

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2013**

**Bc. MAREK POVÝŠIL**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: 3106T013 Management jakosti

**TEPELNÝ KOMFORT SPORTOVNÍCH DRESŮ  
V SIMULOVANÝCH PODMÍNKÁCH  
BĚŽECKÉHO TRÉNINKU**

**THERMAL COMFORT SPORT JERSEY IN  
SIMULATED RUNNING TRAINING**

Marek Povýšil

KHT-192

**Vedoucí diplomové práce:** Prof. Ing. Luboš Hes, DrSc.

**Rozsah práce:**

Počet stran textu.... 88

Počet obrázků ..... 73

Počet tabulek..... 8

Počet stran příloh.. 12

Zadání diplomové práce

(vložit originál)

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním diplomové práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 22.12.2013

.....  
Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto Prof. Ing. Luboši Hesovi, DrSc. za metodickou pomoc a rady, které přispěly ke zdárnému vytvoření této práce. Dále bych chtěl poděkovat svým kamarádům za poskytnutí sportovních dresů, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout a své rodině za podporu po celou dobu realizace práce.

## **ANOTACE**

Tato diplomová práce je zaměřena na problematiku hodnocení tepelného komfortu sportovních dresů s dlouhým rukávem v podmínkách běžeckého tréninku a dále stručným představením toho, co ovlivňuje tepelný komfort lidského organismu. Cílem práce je určit parametry tepelného komfortu u sportovních dresů po běžeckém tréninku za vlhka a dosažené výsledky porovnat s výsledky měření za sucha a při simulaci potního impulsu.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Komfort, sportovní dres, Permetest, Alambeta, termoregulace, prodyšnost

## **ANNOTATION**

This thesis is focused on the evaluation of thermal comfort sports jerseys with long sleeves in terms of cross training and a brief introduction of what affects thermal comfort of the human body. The aim is to determine the parameters of thermal comfort in sports jerseys after running training wet and the results compared with the results of measurements in dry and in the simulation sudoriferous pulse.

### **KEY WORDS:**

Comfort, sports jersey, Permetest, Alambeta, thermoregulation, permeability

**Seznam použitých značek**

mm	milimetr	
$\mu\text{m}$	mikrometr	
h	tloušťka materiálu	[m], [mm]
$\lambda$	měrná tepelná vodivost	$[\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}]$ , $[\text{mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}]$
r	plošný odpor vedení tepla	$[\text{W}^{-1}\text{K}\cdot\text{m}^2]$
q	tepelný tok	$[\text{W}/\text{m}^2]$
b	tepelná jímavost	$[\text{Wm}^{-2}\text{s}^{1/2}\text{K}^{-1}]$
W	Watt, jednotka výkonu	
K	stupeň Kelvina	
$^{\circ}\text{C}$	stupeň Celsia	
$\text{m}^2$	metr čtvereční	
g	gram	
n	počet měření	
cm	centimetr	
s	sekunda	
str.	strana	
$\varphi$	relativní vlhkost vzduchu	[%]
$v_A$	rychlost vzduchu	[m/s]
$t_{wb}$	teplota vlhkého teploměru	$^{\circ}\text{C}$
$t_O$	teplota kulového teploměru	$^{\circ}\text{C}$
$t_{WBG}$	teplota mokrého kulového teploměru	$^{\circ}\text{C}$
$\Delta P$	kapilární tlak	[Pa]
r, R	poloměr	[m]
$\gamma$	povrchové napětí vody	[N/m]
$\Theta$	kontaktní úhel	
cos	cosinus úhlu	
p	zvětšení vnitřního povrchu kapilárních kanálů	
$\text{CO}_2$	oxid uhličitý	
ml	mililitr	
$\text{cm}^2$	centimetr čtvereční	
$Q_m$	smáčecí teplo	[J]



J	joule	
kg	kilogram	
$R_t$	tepelný odpor textilní	$[m^2.K/W]$
$R_w$	tepelný odpor vody	$[m^2.K/W]$
$\lambda_T$	tepelná vodivost textilií	$[W.m^{-1}.K^{-1}], [mW.m^{-1}.K^{-1}]$
$\lambda_w$	tepelná vodivost vody	$[W.m^{-1}.K^{-1}], [mW.m^{-1}.K^{-1}]$
$\lambda_{RES}$	celková tepelná vodivost	$[W.m^{-1}.K^{-1}], [mW.m^{-1}.K^{-1}]$
$\varepsilon$	pórovitost	
U	hmotnostní přivažek	$[\%]$
$\lambda_r$	tepelná vodivost suchého materiálu	$[W.m^{-1}.K^{-1}], [mW.m^{-1}.K^{-1}]$
UV	ultrafialové záření	$[kLy]$
mN	micronewton	
$R_{ct}$	tepelný odpor	$[m^2.K.W^{-1}]$
RWVP	paropropustnost	$[\%]$
$R_{et}$	výparný odpor	$[Pa.m^2.W^{-1}]$
p	relativní propustnost textilií pro vodní páry	$[\%]$
Pa	Pascal, jednotka tlaku	
$m_v$	hmotnost vlhkého vzorku	$[kg]$
$m_s$	hmotnost suchého vzorku	$[kg]$

## Obsah

ÚVOD .....	11
Teoretická část .....	12
1 Komfort textilií .....	12
1.1 Psychologický komfort.....	12
1.2 Senzorický komfort.....	13
1.3 Patofyziologický komfort.....	13
1.4 Termofyziologický komfort.....	14
2 Termoregulace .....	16
2.1 Fyzikální termoregulace.....	17
2.2 Chemická termoregulace.....	18
2.3 Odvod kapalné vlhkosti z povrchu lidského těla.....	18
2.3.1 Difúze .....	18
2.3.2 Kapilární odvod .....	19
2.3.3 Sorpce .....	19
3 Princip simulace potního impulsu .....	20
4 Jednoduchý model tepelné vodivosti textilií ve vlhkém stavu.....	22
5 Matematický model pro výpočet $q_{\text{tot}}$ u zavlhčené textilie .....	23
6 Požadavky na sportovní dresy .....	25
7 Textilní vlákna.....	26
7.1 Materiály ve zkoumaných dresech .....	27
7.1.1 Bavlna.....	27
7.1.2 Polypropylen .....	28
7.1.3 Polyamid.....	28
7.1.4 Polyester.....	29
7.1.5 Elastan (Spandex) .....	29
7.1.6 Moira.....	29
7.1.7 Polyester Cooldry .....	30
8 Alambeta .....	31
9 Permetest.....	33
10 FX 3300.....	35
Experimentální část.....	37
11 Použité dresy při měření .....	37

12 Měření sportovních dresů na přístroji permetest .....	42
13 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta .....	50
13.1 Měřené sportovní dresy na přístroji Alambeta v suchém stavu .....	50
13.2 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – běžecký pás .....	55
13.3 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – simulace potního impulsu .....	59
13.4 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta - porovnání hodnot za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka .....	63
13.5 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – porovnání hodnot po simulaci potního impulzu a po běžeckém tréninku za vlhka .....	66
13.6 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – simulace sezení .....	72
14 Vliv vlhkostního přivažku na tepelnou jímavost a tepelný odpor .....	74
15 Stanovení nasákavosti .....	77
16 Zjišťování prodyšnosti vzduchu přístrojem Fx 3300 .....	79
17 Vyhodnocení dotazníků .....	80
18 Návrh Indexu komfortu za vlhka .....	83
Závěr .....	87
Seznam použité literatury .....	89
Seznam použitých obrázků .....	90
Seznam příloh .....	93

## ÚVOD

V dnešní moderní době existuje velké množství textilních vláken a stále se vyvíjí nové. Rovněž je snaha o zlepšení vlastností textilií a jejich vhodnou kombinací pro lepší využití. Velký důraz je kladen na vlastnosti textilií jako paropropustnost, tepelný odpor, tepelná jímavost, tepelná vodivost a prodyšnost.

Každý sportovec se chce cítit v dresu pohodlně a pociťovat určitý komfort, jenž se rozděluje na psychologický, senzorický, termofyziologický a patofyziologický. Sportovci od oděvu očekávají a požadují jiné vlastnosti než běžný člověk.

V této práci jsou hodnoceny komfortní vlastnosti sportovních dresů před běžeckým výkonem a následně po něm po zavlhčení potem.

V teoretické části práce je popisován komfort textilií. Dále je popisována termoregulace, která je při zátěži jedním z nejdůležitějších metabolických procesů. Rovněž jsou popsány současné požadavky uživatelů na sportovní dresy a samotné materiály, které byli použity ve zkoumaných dresech. V závěru této části jsou popsány funkce a princip měření na přístrojích Alambeta a Permetest.

V úvodu experimentální části jsou popsány základní charakteristiky měřených sportovních dresů. K hodnocení komfortu textilií poslouží měření a následné výsledky na přístrojích Permetest a Alambeta. Sportovní dresy byly přeměřeny po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu. Následně jsou naměřené komfortní vlastnosti dresů porovnány a okomentovány u jednotlivých grafů. Dále proběhla na přístroji Alambeta měření, jenž simulovala sezení hráče.

Na konci experimentální části jsou vyhodnoceny dotazníky a porovnány s výsledky měření na přístroji Permetest. Dále byl navržen index komfortu za vlhka, který slouží k zjištění komfortu jednotlivých sportovních dresů.

# TEORETICKÁ ČÁST

## 1 KOMFORT TEXTILIÍ

*„Komfort je stav organismu, kdy jsou fyziologické funkce organismu v optimu a kdy okolí včetně oděvu nevytváří žádné nepříjemné vjemy vnímané našimi smysly. Subjektivně je tento pocit brán jako pocit pohody. Nepřevládají pocity tepla ani chladu, je možné v tomto stavu setrvat a pracovat.“ [1]*

Komfort lidé mohou vnímat všemi smysly vyjma chuti, tedy hmatem, zrakem, sluchem, čichem.

Komfort je rozdělen do čtyř skupin: psychologický, senzorický, patofyziologický, termofyziologický.

### 1.1 Psychologický komfort

Psychologický komfort se rozděluje podle 6 ti hledisek:

- Klimatické: jedná se o běžně nošené oblečení, jenž by mělo hlavně respektovat tepelně – klimatické podmínky a jenž jsou podmíněny geograficky.
- Ekonomické: obsahují přírodní podmínky obživy, výrobní prostředky, politický systém, úroveň technologie apod.
- Historické: lidé preferují výrobky z přírodních materiálů nebo napodobujících přírodní materiály.
- Kulturní: do tohoto hlediska spadá tradice, zvyky, obřady, náboženství.
- Sociální: v různých třídách postavení lidí ve společnosti se liší i jejich oblečení.
- Skupinové a individuální: zde se jedná o obor oděvního návrhářství a patří sem módní vlivy, styl, barvy, trendy, osobní preference. [1]

## 1.2 Senzorický komfort

Do sensorického komfortu spadá vnímání a pocity lidí při bezprostředním styku s pokožkou a první vrstvou oděvu. Pocity, které vznikají při nošení a styku textilie s pokožkou mohou být nepříjemné a dráždivé (tlak, pocit vlhkosti, škrábání, kousání, píchání, lepení apod.) nebo příjemné (pocit měkkosti, splývavost).

Senzorický komfort se rozděluje na komfort nošení a omak.

Komfort nošení oděvů, který se následně rozděluje na:

- povrchovou strukturu použitých textilií
- vybrané mechanické vlastnosti ovlivňující rozložení sil a tlaků v textiliích
- schopnost textilií pohlcovat a přepravovat plynnou či kapalnou vlhkost.

Omak je veličina, která je velmi subjektivní a každý jedinec ji vnímá jinak. Pro zjednodušení je omak vyznačován vlastnostmi:

- hladkost
- tuhost
- objemnost
- tepelně- kontaktní vjem [1]

## 1.3 Patofyziologický komfort

Tato skupina zahrnuje působení chemických substancí obsažených v materiálu, ze kterého je oděv vyroben a mikroorganismů, jenž jsou na lidské pokožce. Tyto vlivy jsou u každého jedince vnímány odlišně. Jde o odolnost lidské pokožky proti účinkům chemických látek obsažených v textiliích a na podmínkách růstu kultur mikroorganismů, jenž se vyskytují v mikroklimatu omezeném povrchem lidského těla a textilií.

Nepříznivé působení oděvu na pokožku může vyvolat kožní onemocnění jako je dermatóza.

Toto onemocnění může být způsobeno dvěma způsoby:

- drážděním: je to jev, který se může vyvolat u každého člověka a vyvolávají ho soli, organická rozpouštědla, syntetické prací prostředky apod.

- alergií, tento jev je způsoben kontaktem s alergenem, tím vzniká ekzém. Látky, na něž je člověk alergický jsou především barviva, prací prostředky, desinfekční prostředky.

Proto je důležité řešit vzájemné působení oděvu a lidského organismu a zaměřit vývoj oděvních textilií tak, aby se získávaly oděvní výrobky s co nejmenší dráždivostí pokožky a zároveň s co největší antimikrobiální účinností. [1]

## 1.4 Termofyziologický komfort

Vystihuje stav tepelné pohody, pokud nepřevládají pocity tepla či chladu a charakterizuje to stav organismu. Ideální vlastnosti pro textilií, aby byla pro organismus optimálně přínosná, jsou přenos tepla, přenos potu a par.

Při nejpriznivějších podmínkách nastává termofyziologický komfort:

- teplota pokožky  $33 - 35\text{ }^{\circ}\text{C}$
- relativní vlhkost vzduchu  $50\% \pm 10\%$
- rychlost proudění vzduchu  $25 \pm 10\text{ cm/s}$
- obsah  $\text{CO}_2$   $0,07\%$
- nepřítomnost vody na pokožce

Proto je nutné vyrábět oděvy tak, aby tyto schopnosti přenosu tepla, kapalné i plynné vlhkosti a občas i vzduchu, zabezpečovali během nošení tyto nejpriznivější hodnoty.

Tepelný komfort vnitřního a vnějšího prostředí usměřují tyto parametry:

- relativní vlhkost vzduchu  $\phi$
- rychlost vzduchu  $v_A$
- teplota suchého teploměru (nebo vzduchu)  $t_A$
- teplota vlhkého teploměru  $t_{wb}$ , silně závislá na  $\phi$  a  $v_A$

- teplota kulového teploměru  $t_o$ , ta je měřena v centru černé koule, tím je zahrnut i účinek slunečního záření. Souhrnný tepelný efekt okolí je vyjádřený pomocí teploty mokrého kulového teploměru  $t_{wBG}$

Ukázka kategorií parametrů okolního ovzduší, jenž umožňují termofyziologický komfort pro různé fyzické aktivity.

(Pokud je splněna podmínka, že hladina teploty sálání nepřekročí hodnotu teploty vzduchu v okolí  $t_A$  o více než 2 °C). [1]

Administrativní práce	$t_A = 21\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$	$\varphi = 55\% \pm 15\%$	$v_A = 0,1\text{m/s}$
Lehká manuální práce	$t_A = 19\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$	$\varphi = 55\% \pm 15\%$	$v_A = 0,2\text{m/s}$
Těžká manuální práce	$t_A = 18\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$	$\varphi = 50\% \pm 15\%$	$v_A = 0,4\text{m/s}$
Velmi těžká práce	$t_A = 17\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$	$\varphi = 50\% \pm 15\%$	$v_A = 0,5\text{m/s}$



## 2 TERMOREGULACE

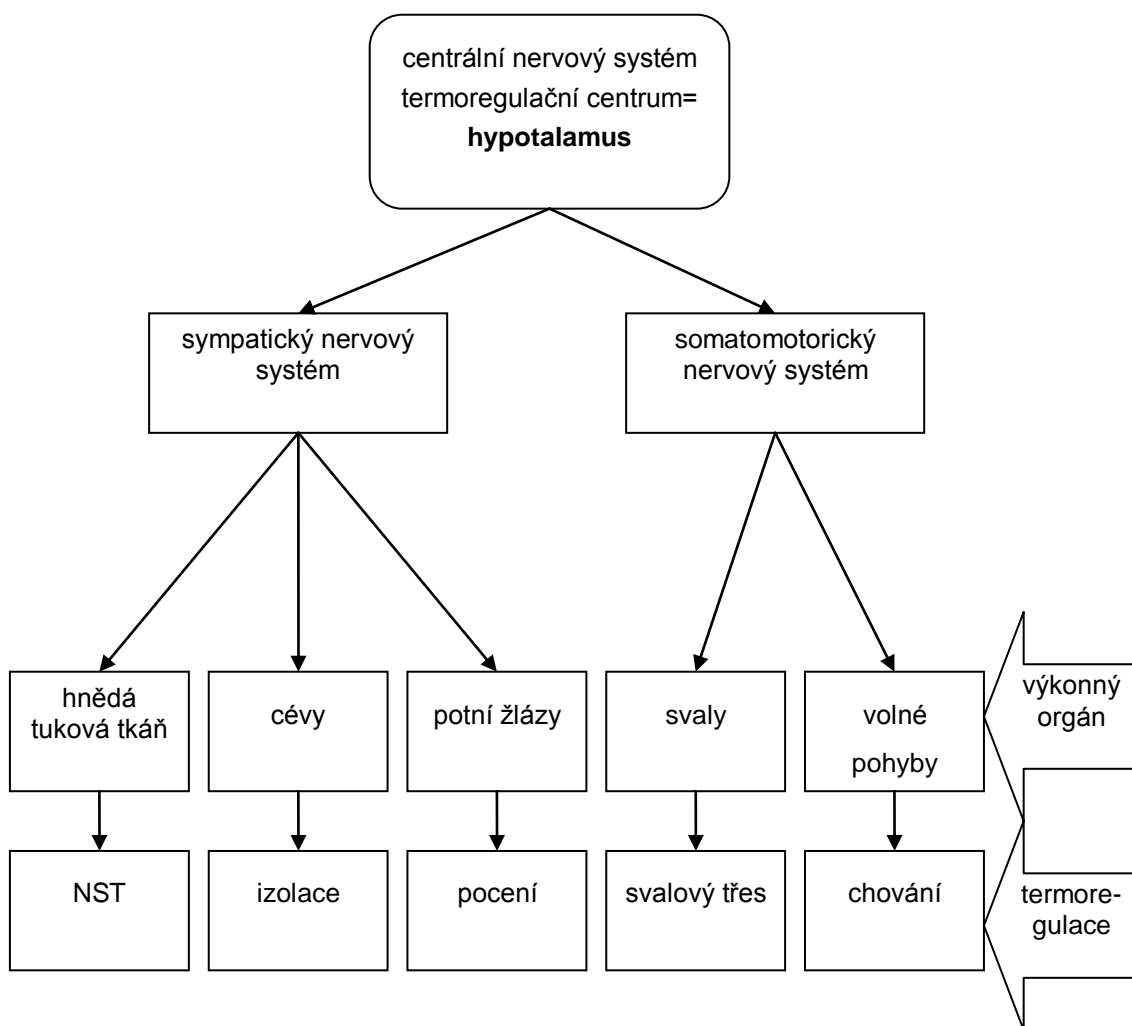
Lidé přísluší do skupiny teplokrevných tvorů. Z toho vyplývá, že lidé mají schopnost udržovat stálou tělesnou teplotu, pokud jsou v obvyklém tepelném klimatu. Ovšem u novorozence ještě není dostatečně vyvinutá termoregulace, tudíž se jeho teplota může měnit rychle. Tento rozvoj termoregulace se ukončuje až kolem jednoho roku života dítěte. I ve stáří je termoregulace člověka oslabena a tudíž nižší.

U lidí se tělesná teplota pohybuje kolem 36,6 °C. Kolem této hodnoty se převážně pohybuje výsledek měření lékařským teploměrem v podpaží. V tomto místě je teplota poměrně stabilní. Přesnější výsledky dodá měření v konečníku (tam se teplota ovšem pohybuje v průměru o 0,7 °C vyšší). Také se teplota dobře měří v ústech, kde se umístí teploměr pod jazyk (teplota se tam pohybuje v průměru o 0,5 °C vyšší).

Když se posuzují změny tělesné teploty, je potřeba brát v potaz, že během dne teplota kolísá až o 0,5 °C. Nejnižší teploty lidský organismus dosahuje ráno, naopak nejvyšší mezi 17. a 18. hodinou. Kolísání tělesné teploty není závislé na životních příhodách a má charakter biologického rytmu. Ovšem konzumace vydatného jídla nebo namáhavá fyzická práce zvyšuje tělesnou teplotu až o desetiny stupňů Celsia.

Fyzikální regulace je závislé udržování tělesné teploty. Ta určuje, jaké množství tepla organismus vydává a dále chemická regulace, která ovládá produkci tepla v organismu.

Na následujícím obrázku č. 1 je zobrazen termoregulační systém lidského těla. Lidé se díky termoregulaci potí (produkují vodu). Pokud je teplota kůže do 34 °C, dokáže tělo vyprodukovat do okolí až 0,03 litru potu za jedinou hodinu. Když teplota vystoupá nad 34 °C, dokáže tělo vyprodukovat až 0,07 litru potu za jedinou hodinu. Musí se brát v potaz i faktory ovlivňující pocení jako je teplota okolí a to, že se každý jedinec potí odlišně, ale i jak moc byl fyzicky zatížen. [3]



Obr. č. 1 Termoregulační systém lidského těla [1]

## 2.1 Fyzikální termoregulace

Fyzikální termoregulace je závislá na pocení, vydechování vodních par, teplotě kůže a teplotě exkretů. Lidský organismus ztrácí teplo převážně povrchem těla jako je sálání, odpařování, proudění a vedení. Kromě toho dále odpařováním v dýchacích cestách, stolicí a močí.

Největší ztráty tepla jsou povrchem těla, a to hlavně sáláním. Další významnou ztrátou tepla je způsobeno odpařováním, a to převážně když nastanou vysoké teploty v okolí. Poté nastává pocení, protože ostatní formy fyzikální termoregulace jsou vyřazeny. Organismus je připravenější k pocení převážně v odpoledních hodinách. [3]

## 2.2 Chemická termoregulace

Chemická termoregulace je závislá na kosterním svalstvu a činnosti žláz, převážně jater. Když probíhají metabolické pochody spojené se svalovou prací, dochází ke vzniku až dvou třetin tepla v těle. Pokud k svalové práci dochází v nepříznivých teplotách, je možné, že dojde k přehřátí organismu. Když dojde k vyšší tělesné teplotě než 43 °C, začínají selhávat regulační mechanismy. To se projevuje zvracením, upadáváním do mdlob, nastupují klonické křeče, poté již nastane smrt.

U lidí tepelný komfort potřebuje teplotu obytného prostředí mezi 16 až 26 °C, avšak doporučená teplota je 18 až 20 °C.

Pokud se člověk dobře a kvalitně oblékne, je schopný snášet teplotu od -60 °C až do +45 °C.

Stálou tělesnou teplotu udržují termoregulační centra, která jsou uložena v páteřní a prodloužené míše a v hypotalamu. [3]

## 2.3 Odvod kapalné vlhkosti z povrchu lidského těla

Lidé se díky termoregulaci potí (produkují vodu). Pokud má na sobě člověk oblečení, v tomto případě sportovní dres s dlouhým rukávem, transport vlhkosti se řídí následujícími principy:

- difúzí
- kapilárně
- sorpčně

Ze zmíněných tří druhů odvodu kapalné vlhkosti probíhá nejrychleji kapilární a difúzní, až po nich sorpce. Tyto tři mechanismy se podílejí na transportu vlhkosti současně. [1]

### 2.3.1 Difúze

Difúzní prosákavost vlhkosti z povrchu těla přes oblečení je uskutečňována díky pórům, jež se svou velikostí a křivolakostí podílejí na kapilárním odvodu.

Vlhkost prochází oblečením ve směru nižšího parciálního tlaku vodní páry. Difúzní odpor singulárních textilních vrstev odlišných kvalit a druhů se následně sčítá. Nezanedbatelnou roli hraje i odpor vzduchových mezivrstev.

Porézní textilie umožňuje volnou konvekci svými otvory. Vlhkost, jenž se šíří přirozeně až na povrch textilie, je vyvedena do okolí. Vyšší propustnost vodní páry mají oproti tkaninám pleteniny, a to díky větší porozitě. [1]

### 2.3.2 Kapilární odvod

Kapilární odvod potu se zakládá na tom, že kapalný pot ulpívající na kůži je ve styku s oblečením a jejími kapilárními cestami prosakuje do její plochy všemi směry. V tomto případě se mluví o knotovém efektu.

*Kapilární tlak  $\Delta P$ , způsobující tok kapalné vlhkosti obecně od velkých pórů o efektivním poloměru  $R$  k malým pórům odpovídajícího poloměru  $r$ , je úměrný povrchovému napětí vody  $\gamma$  a funkci  $\cos$  kontaktního úhlu  $\Theta$  (charakterizující smáčecí schopnosti této textilie) podle rovnice*

$$\Delta P = 2\gamma [(p_r \cdot \cos \Theta_r / r) - p_R \cdot \cos \Theta_R / R] \quad (1)$$

*Zde termín  $p$  představuje zvětšení vnitřního povrchu kapilárních kanálů. Jestliže bylo dosaženo nějaké povrchové úpravy vláken, které zvyšují drsnost vláken (jako laserová úprava), kapilární tlak se zvýší a proto takto upravené látky vykazují vyšší knotové vlastnosti.*

*Pro dosažení intenzivního odvodu vlhkosti musí být struktura příze kompaktní a prostor mezi speciálně tvarovanými vlákny co nejmenší. Současně musí být adheze mezi kapalinou a vláknem dostatečně malá, aby výsledný silový účinek preferoval pohyb vlhkosti. Příkladem vláken, kde adhezí síly převyšují síly kapilární, jsou vlákna bavlněná nebo viskózová. [1]*

### 2.3.3 Sorpce

Tento proces potřebuje nejdříve vznik vlhkosti nebo potu v kapalně podobě do neuspořádaných mezimolekulárních oblastí ve struktuře vlákna a poté již samotné navázání na hydrofilní skupiny v molekulové struktuře. Proces sorpce je podmíněn užitím textilie, která přinejmenším obsahuje sorpční vlákna. Tento proces je tudíž nejpomalejší. [1]

### 3 PRINCIP SIMULACE POTNÍHO IMPULZU

Tato metoda spočívá v aplikaci 0,5 ml vody s 1% povrchově aktivních látek do středu zkušební vzorku s následnou prodlevou 1 minuty. Během této doby se kapalina simulující pot šíří od středu vzorku, čímž se sníží místní úroveň relativní vlhkosti v textilií. U bavlny se většinou aplikace 0,5 ml vody za 1 minutu rozšíří na plochu cca 2 cm<sup>2</sup> (s průměrem 1,5 cm). Tím je zahájeno vlastní měření. Díky speciální konstrukci přístrojů Alambeta a Permetest je snímací část těchto přístrojů, která měří teplo procházející či vytvářené zavlhčenou částí vzorku, vždy v dobrém tepelném kontaktu s tímto vzorkem.

Pokud látka absorbuje vodu, je generováno smáčecí teplo  $Q_m$ . Toto teplo je větší pro suché tkaniny a nižší u vlhkých textilií. Pro průměrný stupeň vlhkosti může dosáhnout úrovně 500 J/kg absorbované vody. V našem případě:

$$Q_m = 0,0005 \text{ kg} \cdot 500 \text{ J/kg} = 0,25 \text{ J} \quad (2)$$

Během smáčení, jsou textilie záměrně umístěny na keramické podložce s tepelnou jímavostí  $b = 3000 \text{ [Ws}^{1/2}/\text{m}^2\text{K]}$ . Teplo je vytvářeno nepřetržitě, nepřetržitě se zvětšuje i plocha  $A$  vlhké oblasti kolem zvlhčeného středu. Pro jednoduchost se uvažuje zvýšení tepla jako lineární funkce času. Potom tepelný tok  $q \text{ [W/m}^2]$  vytvářený smáčením může být vypočten jako:

$$qA = Q_m / \tau \quad (3)$$

Generované teplo je odváděno pryč od horního volného povrchu přirozenou konvekcí, kde nízkou účinnost přenosu tepla lze zanedbat. Mnohem účinnější bude tepelný přenos vedený od spodní části vzorku do keramické desky, kde byl vzorek umístěn. V tomto případě, může být deska považována za polonekonečné těleso, kde nestacionární vedení tepla popisuje následující rovnice:

$$Q_m / (A\tau) = b\Delta t / (\pi\tau)^{1/2} \quad (4)$$

Termín  $b$  zde znamená tepelnou jímavost. Po dosažení všech parametrů do této rovnice je získán nárůst teploty  $\Delta t = 0,173 \text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pro porovnání je třeba uvést, že v přístroji Alambeta se měřící hlavice ohřívá na teplotní rozdíl  $\Delta t = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Testovaný vzorek po 60 sekundách se v důsledku smáčecího tepla výsledky ohřeje pouze o  $\Delta t = 0,173 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , což představuje pouze 1,73% z celkového teplotního spádu. Tím bylo potvrzeno, že vznikající smáčecí teplo nemůže způsobit vážnou chybu měření. [4]

## 4 JEDNODUCHÝ MODEL TEPELNÉ VODIVOSTI TEXTILIÍ VE VLHKÉM STAVU

Zjednodušený matematický model pro tepelnou vodivost  $\lambda$  obsahuje tepelnou vodivost textilie a tepelnou vodivost vody. V tomto modelu je prostor vyplněný vzduchem částečně nahrazen vodou. Oddělením polymeru od vzduchových účinků na výsledném tepelném odporu a vodivosti nejsou brány v potaz, neboť postrádají smysl: nemohou být přesné vzhledem k významnému vlivu konstrukce textilie. Na druhou stranu se tepelné vlastnosti textilií měří velmi přesně. Celkový tepelný odpor je v jednotlivých vrstvách vlhkých textilií považován za paralelní spojení tepelného odporu textilního  $R_t$  a tepelného odporu vody  $R_w$ , a to vzhledem k přítomnosti vody mezi textilními povrchy.

V tomto případě, při použití podstatného zjednodušení tím, že se uvažuje suchá hmotnost textilie (a povrch) na 100% a obsah vlhkosti  $U$  ( $u < 100\%$ ), se používá:

$$\lambda_{RES} = (\lambda_T + U \lambda_w) / (1 + U), \quad R_{RES} = 1 / \lambda_{RES} \quad (5)$$

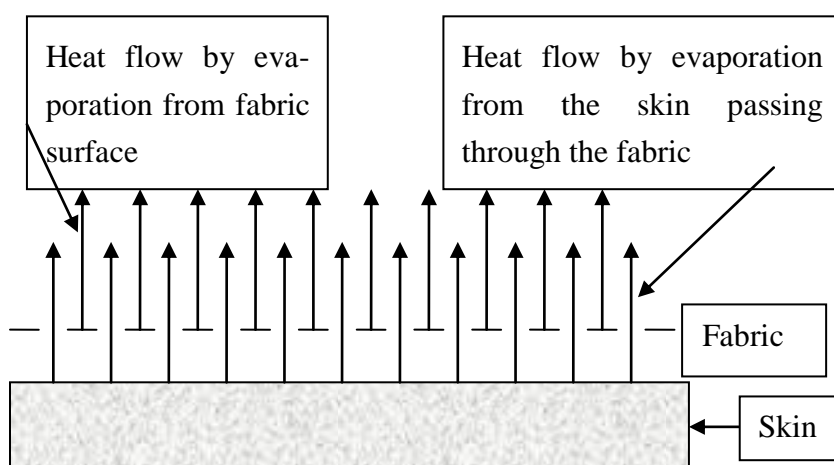
kde  $\lambda_{RES}$  je celková tepelná vodivost,  $U$  je hmotnost [%] suchých textilií,  $\lambda_t$  je tepelná vodivost suchého materiálu. Je třeba zdůraznit, že další výsledky experimentálně stanovené  $\lambda$  zahrnují také malý vliv na přenos tepla zářením a také některé odpary se zde konají, a to navzdory těsného kontaktu textilie s měřicími deskami přístroje. [5]

## 5 MATEMATICKÝ MODEL PRO VÝPOČET $Q_{TOT}$ U ZAVLHČENÉ TEXTILIE

Vliv zavlhčení na paropropustnost textilie je analyzován v diplomové práci Michala Kříže, z níž jsou převzaty některé následující výsledky. Základem analýzy je skutečnost, že celkový relativní chladicí tok z textilie sestává z chladicího toku od pokožky skrze textilií a chladicího toku vytvářeného odporem z povrchu vlhké textilie, viz následující obr. č. 2

Nicméně Kříž ve své práci uvažuje vliv mezery mezi pokožkou a textilií, zatímco v tomto případě mezera uvažována nebude. Navíc, v práci M. Kříže byly nalezeny chybné rozměry veličin u některých, níže uvedených vztahů.

Při měření se separační fólií vloženou mezi měřícím povrchem přístroje Permetest a vzorkem se pak uplatní pouze odpar z povrchu vlhké textilie. Následně rozdíl naměřených hodnot mezi měřeními na textilií zavlhčené potním impulzem v prvním případě bez fólie a poté s fólií pak poskytne hledanou efektivní relativní paropropustnost zavlhčené textilie neboli efektivní relativní chladicí tok z povrchu této zavlhčené textilie.[17]



Obr. č. 2 Schéma odparu z pokožky přes textilií

Celkový tepelný tok:

$$q_{tot} = q_{skin} + q_{fab} \text{ [W/m}^2\text{]} \quad (6)$$

Tepelný tok z povrchu kůže:

$$q_{skin} = L[(p_{sat} - p_{air})/(R_{et} + R_{eto})] \quad (7)$$

Tepelný tok z povrchu vlhké textilie:

$$q_{fab} = f_s \cdot L(p_{sat} - p_{air})/[1 + \alpha \cdot R_{ct}(1 - k \cdot U)] \quad (8)$$



Výparný odpor mezní vrstvy:

$$R_{eto} = \frac{1}{\beta} \text{ [Pa.m}^2 \text{.s/kg]} \quad (9)$$

Difúzní součinitel pro vodní páry – vztaženo na tlak:

$$D_p = D_c \cdot M_w / RT \text{ [kg/m.s.Pa]} \quad (10)$$

kde:

L – výparné teplo vody [J.kg<sup>-1</sup>]

D<sub>c</sub> – difúzní koeficient vztažen na koncentraci [m<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>]

M<sub>w</sub> – molární hmotnost vodní páry [18 kg/kmol]

R – obecná plynová konstanta [8,31 kg<sup>-1</sup>mol<sup>-1</sup>]

T – absolutní teplota vodní páry [K]

Po dosazení dostaneme rovnici celkového tepelného toku [W/m<sup>2</sup>]:

$$q_{tot} = L[(p_{sat} - p_{air})/(R_{et} + R_{eto})] + \{L \cdot \beta(p_{sat} - p_{air})/[1 + \alpha \cdot R_{ct}(1 - k \cdot U)]\}$$

kde:

p<sub>sat</sub> – nasycený tlak na povrchu textilie [Pa]

p<sub>air</sub> – tlak vzduchu v okolním prostředí [Pa]

R<sub>et</sub> – odpor textilie [Pa.m<sup>2</sup>s/kg] proti přenosu vlhkosti

R<sub>eto</sub> – odpor mezní vrstvy [Pa.m<sup>2</sup>s/kg] proti přenosu vlhkosti

k – konstanta charakterizující pokles tepelného odporu textilie s její rostoucí vlhkostí

U – hmotnostní přívažek vlhkosti v textilií [%]

h – výška vzduchové mezery [mm]

β – součinitel přenosu hmoty prouděním → β ≈ √v [kg/m<sup>2</sup>.s.Pa]

## 6 POŽADAVKY NA SPORTOVNÍ DRESY

Požadavky na sportovní oblečení se během posledních pár let výrazně zvýšily. Nejdůležitější u tepelného komfortu sportovních a ochranných oděvů jsou tepelný odpor a paropropustnost pro vodní páry. Na rozdíl od běžných textilií jsou ochranné a funkční oděvy, jako např. sportovní dresy, také použity v mokrém stavu, což ovlivňuje jejich pohodlí a vlastnosti. Sportovní dresy zkoumané v tomto dokumentu patří k ochranným oděvům, které v důsledku vysoké fyzické aktivity jsou často nošeny v mokrém stavu, a to v důsledku absorbovaného potu.[6]

Sportovci kladou velký důraz na to, aby oblečení splňovalo následující požadavky:

- odvádělo dobře pot od pokožky
- udržovalo u těla optimální množství tepla (v chladu hřálo a v teple chladilo)
- co nejméně absorbovalo vlhkost
- odolnost proti oděru a plstnatost
- stabilitu původní podoby
- stabilitu čerstvosti a stálobarevnosti na UV záření
- zabránění rozvoji bakterií, plísní a mykóz
- nezpůsobit alergie
- dobré přizpůsobení tělu
- snadná údržba
- recyklovatelnost

Zároveň s těmito požadavky jsou kladeny požadavky na moderní vzhled.

## 7 TEXTILNÍ VLÁKNA

Člověk nejdříve získával vlákna z přírody. Později, když potřeboval pokrýt svou zvyšující se potřebu, začal zkoumat i jiné možnosti, jak získat vlákna, jenž by dokázal vyrobit sám. Když už dokázal vyrobit umělá vlákna, soustředil se na zdokonalování jejich vlastností.

Textilní vlákna získávaná z přírodních surovin: rostlinná, živočišná a minerální.

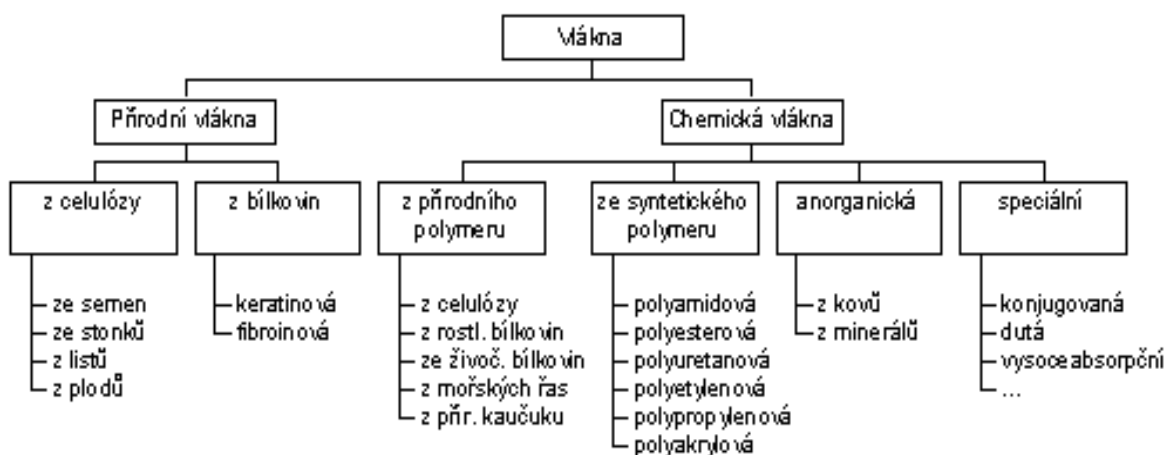
Textilní vlákna chemická, jenž vytváří člověk, se dělí podle výchozí suroviny pro jejich tvorbu. [13]

### Vlákna z přírodních polymerů:

- celulózy
- vodní řasy
- rostlinné bílkoviny
- živočišné bílkoviny

### Vlákna ze syntetických polymerů:

- polyamidy
- polyester
- vinylové deriváty
- polyolefiny



Obr. č. 3 Druhy textilních vláken

## 7.1 MATERIÁLY VE ZKOUMANÝCH DRESECH

Materiály ve zkoumaných sportovních dresech se dají rozdělit do dvou základních skupin a to do skupiny přírodních vláken a syntetických vláken. Tyto vlákna se dají dále míchat mezi sebou a pomocí toho získávat potřebné vlastnosti, kterých má být dosaženo.

### 7.1.1 Bavlna

Z jakostních ukazatelů patří k nejdůležitějším délka vláken neboli stapl a jeho stejnoměrnost. U velkého množství druhů bavlny platí, že čím jsou vlákna delší, tím jsou jemnější a rovněž pevnější. Z takových vláken se vypřádají jemnější a hodnotnější příze.

Dále k hodnocení jakosti patří také obsah nečistot a nezralých vláken v surovině.

Při volbě bavlny by se měl brát v úvahu způsob výroby příze a zpracování příze.

Výhodné vlastnosti:

- Dobrá pevnost v tahu (245 – 373 mN/tex) i v oděru. Používají se především u výrobků, jenž se musí častěji prát a vzhledem k tomu, že se pevnost za mokra zvyšuje až o 20%.
- Bavlna se vykazuje příjemným omakem, vysoká sací schopnost bavlny je výhodná jen při nízkých aktivitách.
- K vysoké spotřebě bavlny vede výhodný poměr celkových užitečných vlastností k ceně.

Nevýhodné vlastnosti:

- snadná mačkavost
- velká žmolkovitost
- malá ochrana proti chladu [7]

### 7.1.2 Polypropylen

Polypropylen slouží především pro rychlý odvod vlhkosti při tělesných aktivitách. Pro své vlastnosti je velmi často používán pro výrobu funkčních oděvů.

Vlastnosti polypropylenu:

- Absolutně hydrofobní vlákno – povrch vláken má velmi nízké povrchové napětí. Tato vlastnost patří do základní charakteristiky materiálu a je tudíž trvalá.
- Termoizolační schopnost – výrobky z polypropylenu mají vysoký stupeň tepelné izolace, jelikož polypropylen má nízkou tepelnou vodivost.
- Stálobarevnost – polypropylen je barvený ve hmotě, což znamená, že barvivo je uzavřeno ve vláknech a nedojde ke změně odstínu. Polypropylenové textilie lze bohužel prát pouze při nízkých teplotách, ale díky nízké adhezi vůči ostatním materiálům tato okolnost není na závadu.
- Nízká hmotnost – polypropylen je nejlehčí vlákno na trhu. [8]

### 7.1.3 Polyamid

Jedná se o syntetická vlákna. Dva nejvíce rozšířené typy jsou polyamid 6 (Silon) a polyamid 6.6 (Nylon). Ty vykazují vyšší tepelnou odolnost a trvanlivost. Oba druhy vláken jsou zvláknňovány z roztaveného polymeru a liší se v molekulové struktuře.

Mezi hlavní výhody patří snadná údržba, stabilní tvar. Používá se jako náhrada za přírodní hedvábí a směsová komponenta s bavlnou či vlnou.

K nevýhodám patří, že po zvláknění může dojít k oddělení nezreagovaného monomeru na povrchu vláken.

Vlákna se používají k tepelněizolačním výplním sportovních oděvů a přikrývek, poté také do směsových přízí pletenin a tkanin.

Údržba by měla probíhat praním, chemickým čištěním a žehlením na 150 °C. [2]

### **7.1.4 Polyester**

Polyester je syntetické vlákno. Mezi jeho hlavní výhody a klady patří vysoká odolnost na světle, vůči povětrnosti a mikroorganismům. Dále malá navlhavost. Tu nejvíce využijeme při sušení, které probíhá rychleji než u běžných vláken. Velké množství vlastností se dá zlepšit chemickými nebo mechanickými procesy. [9]

### **7.1.5 Elastan (Spandex)**

Jedná se o syntetické vlákno známé svou výjimečnou pružností. Dají se natáhnout na trojnásobnou délku a po uvolnění tahu se vrátí zpět do původních rozměrů s nepatrnou odchylkou. Mezi výhody elastických vláken patří nízká pevnost v oděru. Většinou se používají jen jako příměs. Často se elastická vlákna dělí na:

- Elastany – polymery s obsahem nejméně 85% segmentovaného polyuretanu.
- Elastodieny – vlákna jenž jsou sestavená z přirozeného nebo syntetického polyisoprenu. Tyto vlákna jsou sice velmi levná, ovšem jsou náchylná na působení světla a tepla, proto se dnes již téměř nevyužívají.

Elastičnost vlákna se dosáhne pomocí chemického spojení dvou segmentů a to krystalický, polyuretanový tvrdý, jenž se střídá s amorfním, měkkým z polyesteru nebo popřípadě polyetheru. [10]

### **7.1.6 Moira**

Jedná se o syntetické vlákno z vysoce technizovaného polypropylenu, které se může chlubit následujícími vlastnostmi. Je velmi lehké, pevné, příjemné na omak, nenasákavé, snadno se udržuje. Vláknem je unikátní svým tvarem v průřezu, jenž se podobá pětilaločné hvězdě. Tím je zajištěno dvojnásobné zvětšení obvodu vlákna a současně tvoří úžlabí, kudy v důsledku kapilárních sil je vlhkost rozváděna do velké plochy textilie. [11]

### **7.1.7 Polyester Cooldry**

Polyester Cooldry je speciální čtyř-laločnaté polyesterové vlákno, které spojuje komfort bavlny s rychleschnoucí vlastností polyesteru. Díky speciálnímu průřezu je snížena hmotnost výrobku o 25% (oproti kruhovému průřezu vlákna) a tím urychlen odvod potu od pokožky. Změnou průřezu vlákna v „křížový“ tvar se zvětšila plocha vlákna a tudíž se zvětšila i odpařovací plocha. Materiál i pokožka jsou tak v suchu, což zvyšuje pocit komfortu při sportovní aktivitě, pokud je vysokou porozitou textilie zajištěn dostatečný průchod páry oděvním výrobkem. [15]

## 8 ALAMBETA

Tento přístroj slouží k měření termofyzikálních parametrů textilií a to stacionárně tepelné – izolační vlastnosti jako jsou tepelná vodivost a tepelný odpor, tak i vlastnosti dynamické. Ty jsou reprezentovány tepelnou jímavostí a tepelným tokem. Přístroj simuluje běžné podmínky nošení textilií a to díky tomu, že vzorek je udržován na teplotě 22 °C a měřicí hlavice je zahřátá na teplotu 32 °C.

Měřené parametry použité v práci:

- Tloušťka materiálu  $h$  [mm]:  
přístroj změří tloušťku materiálu.
- Tepelná vodivost  $\lambda = q / \text{grad } t$  [mW/(m.K)],  
kde  $q$  je hustota tepelného toku a  $t$  znázorňuje teplotu.



Obr. č. 4 ALAMBETA

Součinitel měrné tepelné vodivosti  $\lambda$  představuje množství tepla na 1 m<sup>2</sup>, které proteče vzorkem o tloušťce 1 m za 1 s, a vytvoří rozdíl teplot 1 K. S rostoucí teplotou, tepelná vodivost polymerů zvolna roste.

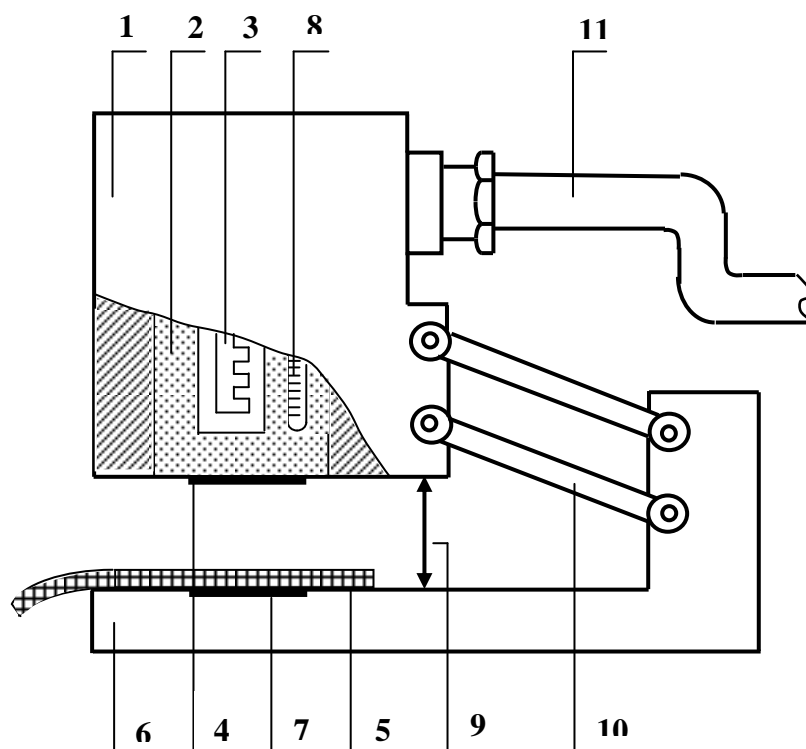
- Tepelný odpor  $R_{ct}$  [m<sup>2</sup>K/W]:  
Čím nižší je tepelná vodivost, tím vyšší je tepelný odpor, dle vztahu  
$$R_{ct} = h / \lambda$$

- Tepelná jímavost  $b = (\lambda \rho c)^{1/2}$  [Wm<sup>-2</sup>s<sup>1/2</sup>K<sup>-1</sup>]

Kde  $\rho$  je hustota a kde  $c$  značí měrnou tepelnou kapacitu.

Parametr  $b$  charakterizuje tzv. tepelný omak a znázorňuje množství tepla, které proteče při rozdílu teplot 1 K jednotkou plochy za jednotku času v následku akumulace tepla v jednotkovém objemu. [1]





Obr. č. 5 Princip přístroje ALAMBETA [1]

1. tepelně izolační kryt
2. kovový blok
3. topné těleso
4. snímač tepelného toku
5. vzorek textilie
6. základna přístroje
7. snímač tepelného toku
8. teploměr
10. paralelní vedení

## 9 PERMETEST

Měření paropropustnosti (RWVP) a výparného odporu ( $R_{et}$ ) je možno na přístroji Permetest, který je svou podstatou tzv. Skin model malých rozměrů. Přístroj je založen na přímém měření tepelného toku a procházejícího povrchem tohoto tepelného modelu lidské pokožky. Povrch modelu je porézní a je zvlhčován, čímž se simuluje funkce ochlazení pocením. Na tento povrch je přiložen přes separační folii měřený vzorek. Vnější strana vzorku je ofukována. Přístroj měří relativní propustnost textilií pro vodní páry  $p$  (%), což je nenormalizovaný, ale velmi praktický parametr, kde 100% propustnost představuje tepelný tok  $q_o$  vyvozený odparem z volné vodní hladiny o stejném průměru, jaký má měřený vzorek. Zakrytí této hladiny měřeným vzorkem se pak tepelný tok sníží na hodnotu  $q_v$ . Platí:

$$P = 100 (q_v/q_o) [\%] \quad (10)$$

Pro stanovení výparného odporu platí:

$$R_{et} = (P_m - P_a) (q_v^{-1} - q_o^{-1}) \quad (11)$$

### Princip měření:

Při měření výparného odporu a paropropustnosti je měřicí hlavice (skin model) pomocí elektrické topné spirály a regulátoru udržován na teplotě okolního vzduchu (20 – 23 °C), který je do přístroje nasáván. Tím jsou zajištěny izotermické podmínky měření. Při měření se pak vlhkost v porézní vrstvě mění v páru, která přes separační fólii prochází vzorkem. Příslušný výparný tepelný tok je měřen speciálním snímačem a jeho hodnota je přímo úměrná paropropustnosti textilie nebo nepřímo úměrná jejímu výparnému odporu.



V obou případech se nejdříve měří

Obr. č. 6 PERMETEST

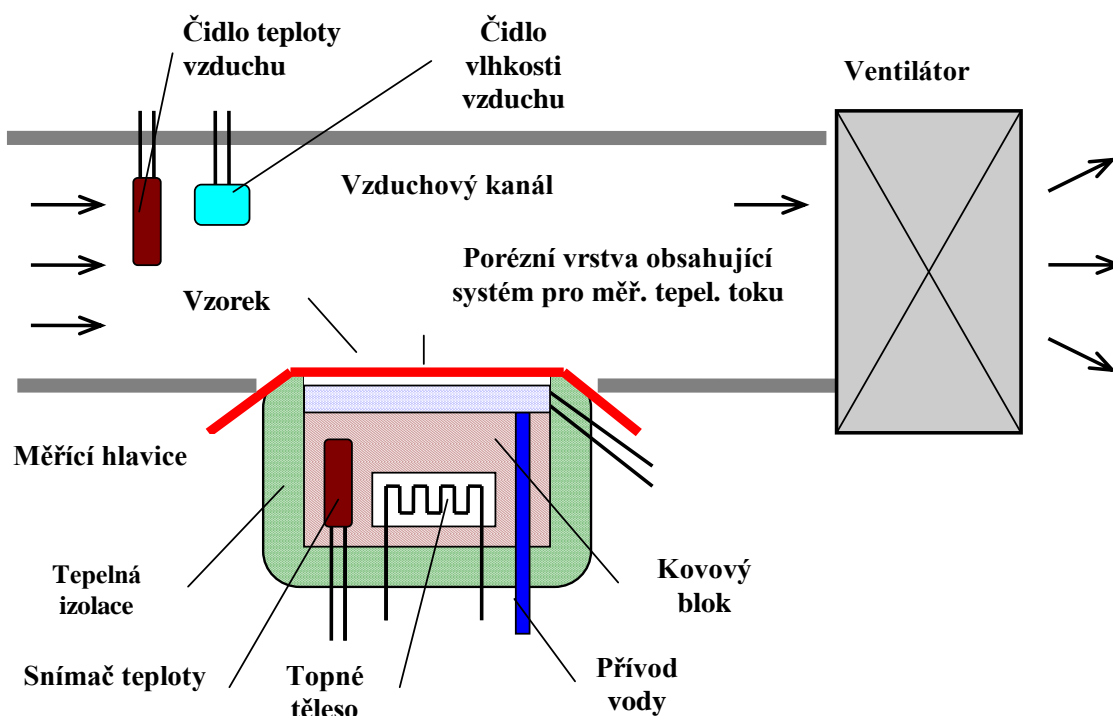
tepelný tok bez vzorku a poté znovu se vzorkem a přístroj registruje odpovídající tepelné toky  $q_o$  a  $q_v$ .

Při měření tepelného odporu textilního vzorku je suchá udržovaná na teplotě o 10 – 20 °C vyšší než je teplota okolního vzduchu. Tepelný tok odváděný ze vzorku konvekcí do

okolního proudícího vzduchu je opět registrován. Výhodou je krátká doba měření a možnost provádět měření v jakýkoliv běžných klimatických podmínkách.

**Postup měření:**

1. Nejprve se změří tepelný tok bez vzorku a to stisknutím tlačítka **Reference – START**.
2. Druhé měření se provede se zakrytou měřicí hlavici přístrojem kalibrační tkaninou, u které jsou známy hodnoty  $RWVP$  a  $R_{et}=5[m^2 \cdot mK/W]$ . Měření se spouští pomocí ovládacího tlačítka **Sample – START**. Tímto je změřen tepelný tok se vzorkem.
3. Po dokončení měření je přístroj pomocí tlačítka **Calibrate** kalibrován.
4. Samotné měření vzorku je zahájeno stisknutím tlačítka **Reference – START** pro zjištění hodnot tepelného toku, propustnosti pro vodní páry a výparného odporu vzorku.
5. Následně jsou hodnoty zobrazeny v programu PERMETEST, hodnoty se uloží tlačítkem **INSERT** do paměti programu. Pro výpočet statistických veličin se používá tlačítko **VIEW**. [12]



Obr. č. 7 Schéma přístroje Permetest [1]

## 10 FX 3300

FX 3300 je přístroj na zjišťování propustnosti textilií pro vzduch - prodyšnosti. Prodyšnost vzduchu textilních materiálů je charakterizována jako jejich schopnost propouštět vzduch za daných podmínek. V laboratorních podmínkách je prodyšnost standardně hodnocena podle ČSN EN ISO 9237, která definuje prodyšnost jako rychlost proudícího vzduchu přes vzorek textilie za specifikovaných podmínek pro měřenou plochu, tlakový spád a dobu. Norma doporučuje nastavit následující podmínky měření:

Pro oděvní textilie: Měřená plocha  $20\text{ cm}^2$

Tlakový spád 100 Pa

Tyto podmínky jsou pouze doporučené. Je možné nastavit alternativní měřicí plochu a tlakový spád. Vždy ale musí být podmínky měření přesně zaznamenány! Při porovnávacích zkouškách je doporučeno provádět měření vždy při stejné měřené ploše vzorku a stejném tlakovém spádu.

### Postup zkoušky:

- 1. Volba měřené plochy:** Tento měřicí přístroj je osazen upínací čelistí o ploše  $20\text{ cm}^2$ .
- 2. Volba tlakového spádu:** Ovladač umožňuje vybrat tlakový rozdíl v souladu s příslušnou normou (ČSN EN ISO doporučuje 100 Pa respektive 200 Pa).
- 3. Volba jednotek měření:** Ovladač umožňuje vybrat jednotky měření v souladu s příslušnou normou (ČSN EN ISO doporučuje [mm/s])
- 4. Zapnutí přístroje:** Měřicí přístroj se aktivuje hlavním vypínačem. Po přibližně 10 sekundách je přístroj připraven k použití.
- 5. Upnutí měřeného vzorku:** Měřený vzorek se uloží bez napětí, skladů, zmačkaných míst, švů apod. přes měřicí hlavu.
- 6. Spuštění měření:** Zmáčkne se upínací rameno do zcela dolní polohy. Tím se automaticky spustí proudění vzduchu.
- 7. Volba měřicího rozsahu:** Ovladačem rozsahu je nutné vybrat rozsah měření tak, že barevný indikátor je stabilizován v některé ze zelených zón. Pokud je stabilizován v:
  - a) Žluté zóně:** Výsledek zkoušky je méně přesný. Může se lišit až o 5%. Vybere se následující nižší rozsah měření.

**b) Spodní červené zóně:** Výsledek zkoušky je pouze přibližný. Vybere se následující nižší rozsah měření.

**c) Horní červené zóně:** Výsledek zkoušky je nejistý a může být velmi chybný! Takové měření se nebere v potaz a vybere se následující vyšší rozsah měření.

**8. Odečet výsledku měření:** Výsledek je zobrazen na displeji. Po ustálení hodnoty je možné hodnotu zaznamenat.

**9. Konec zkoušky:** Opětovným tlakem na upínací rameno je rameno zvednuto, proudění vzduchu je zastaveno a zkouška automaticky ukončena. [16]

## EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 11 POUŽITÉ DRESY PŘI MĚŘENÍ

#### **Plocha vzorku**

Pro zjištění plochy dresů se zvolilo zjednodušení, kdy se rukávy, přední a zadní část dresů považovaly za obdélníky, zjistila se délka a šířka, ta byla následně vynásobena čtyřmi u rukávů a dvěma u přední a zadní části dresů. Tyto dva výsledky byly sečteny, jejichž výsledkem byla plocha.

#### **Hmotnost v suchém stavu**

Pro zjištění váhy dresů v suchém stavu byly nejdříve dresy, u kterých to bylo možné, vysušeny v klimatizačním boxu. Dresy byly měřeny ihned po vyjmutí ze sušičky digitální vahou KERN PCB, aby se s nimi dalo počítat, jako že neobsahují žádnou vlhkost. Dresy HEAD a THE NORTH FACE byly vysušeny 10 minut při 70 stupních Celsia, dresy PACIFIC a TCM byly vysušeny 20 minut při 105 stupních Celsia, dresy DOMYOS, ADIDAS a ALPINE PRO byly vysušeny 15 minut při 70 stupních Celsia. Ostatní dresy nemohly být vysušeny kvůli jejich materiálovému složení, jelikož by vysušování vlákna dresů znehodnotili či zničili.

#### **Hmotnost ve vlhkém stavu**

Pro zjištění váhy dresů ve vlhkém stavu byla použita digitální váha KERN PCB. Dresy byly měřeny ihned po vyjmutí z nepropustných nádob před měřením na přístroji Permetest.

#### **Plošná hmotnost**

Plošnou hmotnost získáme tak, že hmotnost dresu v suchém stavu vydělíme plochou dresu.

## DOMYOS



Materiálové složení: 62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan

Plocha vzorku: 0,654 m<sup>2</sup>

Hmotnost v suchém stavu: 185,38 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 202,7 g

Plošná hmotnost: 283,46 g/ m<sup>2</sup>

Struktura: jednolícni + žebra

*Obr. č. 8 DOMYOS*

## HEAD



Materiálové složení: 92% polyester, 8% spandex

Plocha vzorku: 0,913 m<sup>2</sup>

Hmotnost v suchém stavu: 218,11 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 230,3 g

Plošná hmotnost: 238,89 g/ m<sup>2</sup>

Struktura: zátažná jednolícni

*Obr. č. 9 HEAD*

## CRAFT



Materiálové složení: 100% chemicky modifikovaný polyester

Plocha vzorku: 0,752 m<sup>2</sup>

Hmotnost v suchém stavu: 159,6 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 170,4 g

Plošná hmotnost: 212,23 g/ m<sup>2</sup>

Struktura: zátažná oboulícni + jednostranné žebro 3:2

*Obr. č. 10 CRAFT*

### **PACIFIK**



Materiálové složení: 100% bavlna  
Plocha vzorku: 0,782 m<sup>2</sup>  
Hmotnost v suchém stavu: 191,71 g  
Hmotnost ve vlhkém stavu: 223,0 g  
Plošná hmotnost: 245,15 g/ m<sup>2</sup>  
Struktura: zátažná jednolící

*Obr. č. 11 PACIFIK*

### **TCM**



Materiálové složení: 55% bavlna, 45% polyamid  
Plocha vzorku: 0,852 m<sup>2</sup>  
Hmotnost v suchém stavu: 183,6 g  
Hmotnost ve vlhkém stavu: 213,0 g  
Plošná hmotnost: 215,49 g/ m<sup>2</sup>  
Struktura: interloková pletenina zátažná hladká

*Obr. č. 12 TCM*

### **ALPINE PRO CZECH**



Materiálové složení: 54% polyester, 46% polyester  
Cooldry  
Plocha vzorku: 0,957 m<sup>2</sup>  
Hmotnost v suchém stavu: 173,36 g  
Hmotnost ve vlhkém stavu: 189,9 g  
Plošná hmotnost: 181,149 g/ m<sup>2</sup>  
Struktura: interloková pletenina zátažná s chytovými kličkami

*Obr. č. 13 ALPINE PRO CZECH*



### **GATTA ACTIVE**



*Obr. č. 14 GATTA ACTIVE*

Materiálové složení: 56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan

Plocha vzorku: 0,648 m<sup>2</sup>

Hmotnost v suchém stavu: 202,73 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 211,1 g

Plošná hmotnost: 312,85 g/ m<sup>2</sup>

Struktura: zátažná jednolícni pletenina

### **MOIRA**



*Obr. č. 15 MOIRA*

Materiálové složení: 100% fyzikálně modifikovaný polypropylen

Plocha vzorku: 0,612 m<sup>2</sup>

Hmotnost v suchém stavu: 94,67 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 110,7 g

Plošná hmotnost: 154,69 g/ m<sup>2</sup>

Struktura: zátažná oboulícní žebrovaná s chytovými kličkami

### **THE NORTH FACE**



*Obr. č. 16 THE NORTH FACE*

Materiálové složení: 51% polyester, 49% minerále polyester

Plocha vzorku: 0,987 m<sup>2</sup>

Hmotnost v suchém stavu: 129,41 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 145,8 g

Plošná hmotnost: 131,115 g/ m<sup>2</sup>

Struktura: zátažná interloková

### ACTIVE



Materiálové složení: 50% bavlna, 50% polyester

Plocha vzorku: 0,726 m<sup>2</sup>

Hmotnost v suchém stavu: 150,4 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 170,0 g

Plošná hmotnost: 207,163 g/ m<sup>2</sup>

Struktura: zátažná oboulícni pletenina hladká

*Obr. č. 17 ACTIVE*

### ADIDAS



Materiálové složení: 79% polyester, 12% polyamid,  
9% elastan.

Plocha vzorku: 0,546 m<sup>2</sup>

Hmotnost v suchém stavu: 168,37 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 188,2 g

Plošná hmotnost: 308,37 g/ m<sup>2</sup>

Struktura: zátažná jednolící

*Obr. č. 18 ADIDAS*

### ALPINE PRO



Materiálové složení: 55% micro nylon,  
40% micro polyester, 5% spandex

Plocha vzorku: 0,617 m<sup>2</sup>

Hmotnost v suchém stavu: 214,04 g

Hmotnost ve vlhkém stavu: 228,6 g

Plošná hmotnost: 346,904 g/ m<sup>2</sup>

Struktura: zátažná oboulícni žebrová

*Obr. č. 19 ALPINE PRO*

## 12 MĚŘENÍ SPORTOVNÍCH DRESŮ NA PŘÍSTROJI PERMETEST

### Měření sportovních dresů na přístroji permetest za sucha

Měření se konalo v laboratoři při relativní vlhkosti vzduchu 39% a teplotě laboratoře 24 °C. Po celou dobu měření byly podmínky v laboratoři konstantní.

### Měření sportovních dresů na přístroji Permetest – běžecký pás

Měření se konalo v laboratoři při relativní vlhkosti vzduchu 39% a teplotě 24 °C. Po celou dobu měření byly podmínky v laboratoři konstantní.

#### Provedení a popis měření

Simulace běžeckého výkonu proběhla v posilovně na běžeckém pásu při zavřených oknech a stálé teplotě 22 °C a při relativní vlhkosti vzduchu 36%. Trvání zkoušky bylo 20 minut při rychlosti 2,77 m/s, všech 12 dresů mělo dlouhý rukáv, 6 z nich bylo přiléhavých a 6 volných. Dresy byly ihned po zkoušce vloženy do nepropustných nádob, aby vlhkost zůstala v dresech a během převozu do laboratoře neunikla do okolí, zároveň se vlhkost rozprostřela do celého dresu. V laboratoři byl vždy každý dres vyjmut z nádob, ihned zvážen a přeměřen na přístroji Permetest. Následně byl dres opět vložen do boxu pro další měření na přístroji Alambeta a pro měření na přístroji FX3300.

Pro lepší orientaci ve výsledcích měření je přiložena tabulka struktur a složení jednotlivých dresů.

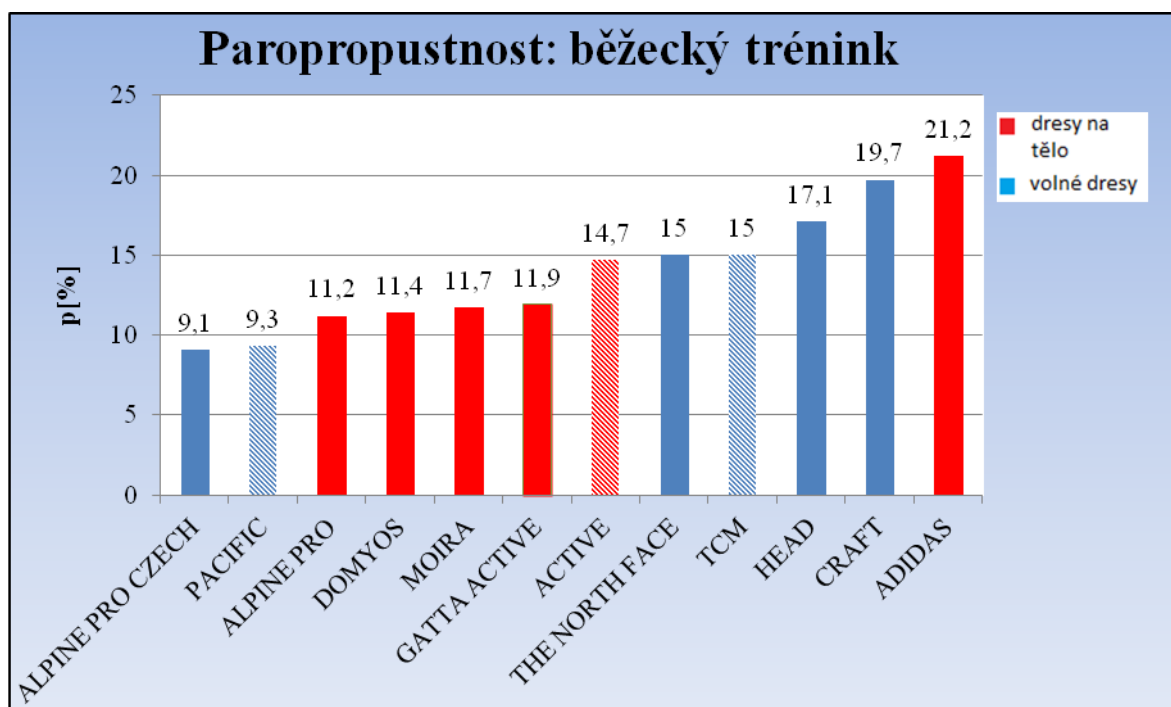
Tabulka č. 1 Struktury a složení jednotlivých dresů

Název dresu	Materiálové složení	Struktura
DOMYOS	62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan	Zátažná jedolící + žebra
HEAD	92% polyester, 8% spandex	Zátažná jedolící
CRAFT	100% chemicky modifikovaný polyester	Zátažná obouliční + jednostranné žebro 3:2
PACIFIC	100% bavlna	Zátažná jedolící
TCM	55% bavlna, 45% polyamid	Interloková pletenina zátažná hladká
ALPINE PRO CZECH	54% polyester, 46% polyester cooldry	Interloková pletenina zátažná s chytovými kličkami
GATTA ACTIVE	56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan	Zátažná jedolící pletenina
MOIRA	100% fyzikálně modifikovaný polypropylen	Zátažná obouliční žebrová s chytovými kličkami
THE NORTH FACE	51% polyester, 49% minerále polyester	Zátažná interloková
ACTIVE	50% bavlna, 50% polyester	Zátažná obouliční pletenina hladká
ADIDAS	79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan	Zátažná jedolící
ALPINE PRO	55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex	Zátažná obouliční žebrová



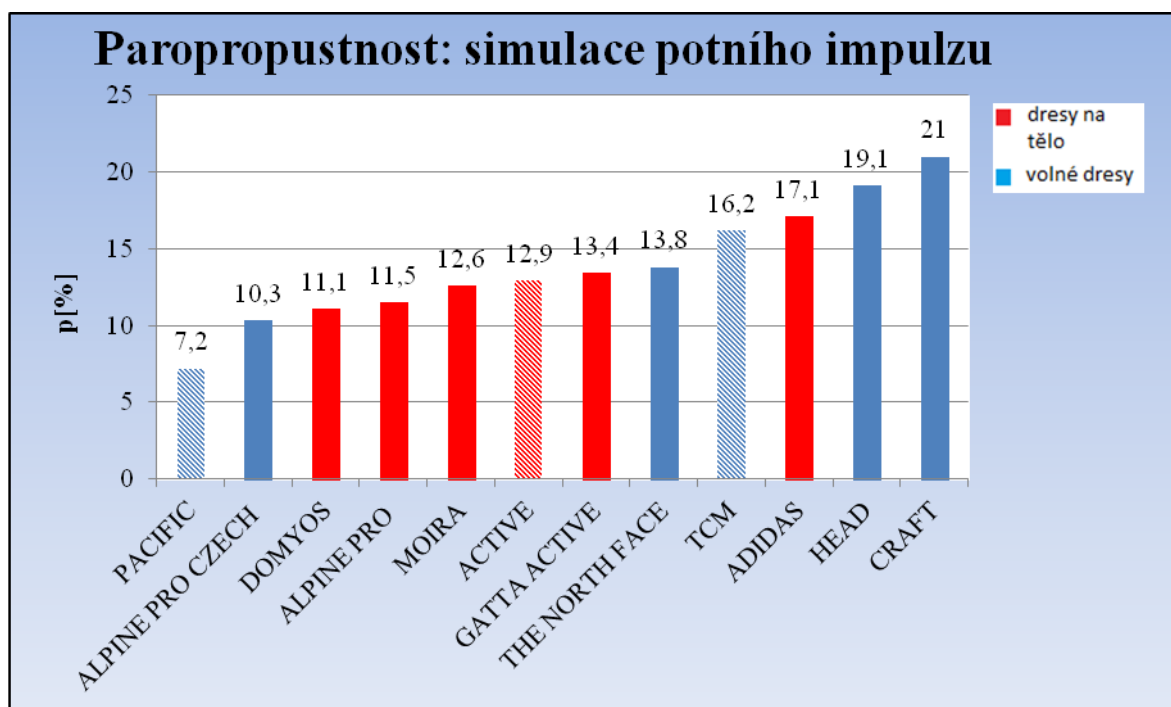
Obr. č. 20 Porovnání relativní paropropustnosti dresů za sucha (červené sloupce) a relativní efektivní paropropustnosti za vlhka (modré sloupce)

Obrázek č. 20 znázorňuje porovnání paropropustnosti sportovních dresů za sucha a po běžeckém výkonu za vlhka (rozdíl paropropustnosti bez folie a s folií). Z grafu vyplývá, že největší rozdíl v hodnotách za sucha a za vlhka po běžeckém tréninku je u volných dresů ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a PACIFIC (100% bavlna) z dresů na tělo poté DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan) a MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen). Naopak nejmenší rozdíl byl zjištěn u dresů na tělo ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester). Z volných dresů to jsou dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Horší výsledky dresů na tělo mohou být způsobeny tím, že vlhkost se nemá kam ztratit a dres ji rovnou saje do sebe oproti volným dresům, kde ke ztrátám vlhkosti dochází při cestování mezi pokožkou a dresem.



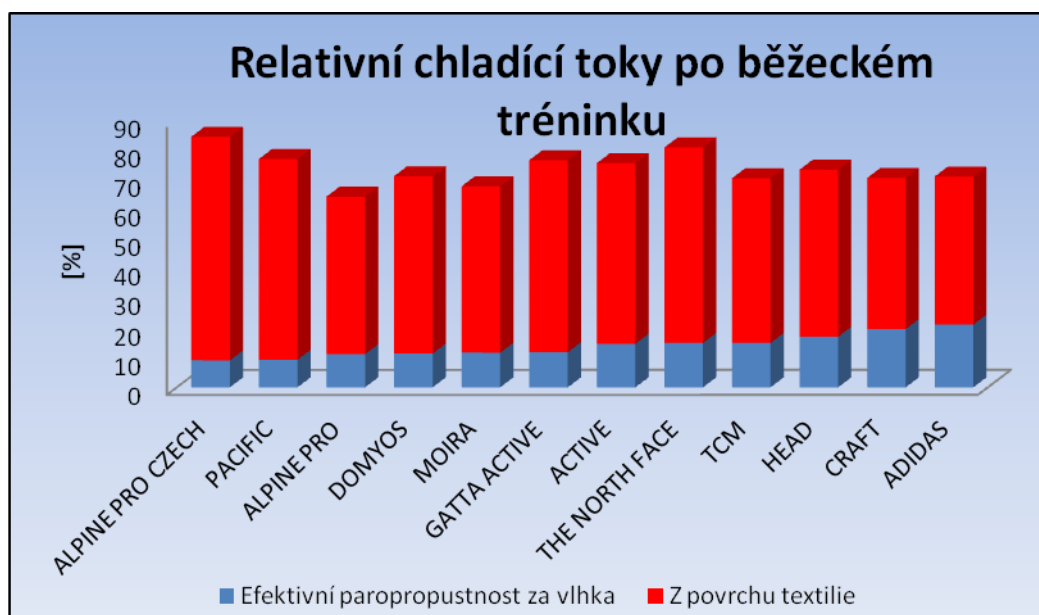
Obr. č. 21 Paropropustnost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku

Obrázek č. 21 znázorňuje paropropustnost dresů za vlhka po běžeckém tréninku (rozdíl mezi efektivní relativní paropropustností a relativního chladícího toku z povrchu vlhkých dresů). Dresy jsou barevně rozlišené na dresy na tělo a dresy volné. Dále šrafovaně jsou označeny dresy z návlhavých materiálů. Z grafu vyplývá, že lepších výsledků dosáhly volné dresy, to mohlo být způsobeno tím, že vlhkost se u dresů na tělo nemá kam ztratit a dres ji rovnou saje do sebe oproti volným dresům, kde ke ztrátám vlhkosti dochází při cestování mezi pokožkou a dresem. Dále z grafu vyplývá, že nejlepší paropropustnost a tím související komfort vykazuje jediný zástupce dresů na tělo v popředí výsledků dres ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) následovaný 4 volnými dresy z nichž nejlepší hodnoty vyšli u dresů CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Až na 6. místě skončil druhý nejlepší dres na tělo ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester). Nejhorších výsledků dosáhli volné dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a PACIFIC (100% bavlna). Z dresů na tělo to poté dresy ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan). Vyšrafované sloupčky jsou dresy z nasákavých materiálů.



Obr. č. 22 Paropropustnost dresů za vlhka po simulaci potního impulsu

Tento obrázek č. 22 znázorňuje paropropustnost dresů za vlhka po simulaci potního impulsu (rozdíl mezi efektivní relativní paropropustností a relativního chladícího toku z povrchu vlhkých dresů). Šrafovaně jsou označeny dresy z návlhavých materiálů. Z obrázku vyplývá, že nejlepší paropropustnost a tím související komfort vykazují dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Naopak nejhorších výsledků dosáhli dresy PACIFIC (100% bavlna) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry).



Obr. č. 23 Celková relativní paropropustnost (chladicí tok) vlhkých dresů, sestávající z efektivní relativní paropropustnosti (modré sloupce) + relativního chladicího toku z povrchu vlhkých dresů (červené sloupce)

Čím více se textilie zvlhčuje, tím je tření vyšší a v důsledku zvýšeného tření se jeví diskomfortně. U dresu ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) byl zjištěn nejlepší celkový chladicí tok (nejvíce chladí), ovšem zvýšené tření v celkovém důsledku nemusí být více komfortní. Nejlepších výsledků z pohledu efektivních relativních chladicích toků za vlhka dosáhly z volných dresů CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Z dresů na tělo poté dres ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester). Naopak nejhorších výsledků dosáhly volné dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a PACIFIC (100% bavlna). Z dresů na tělo to jsou dresy ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).

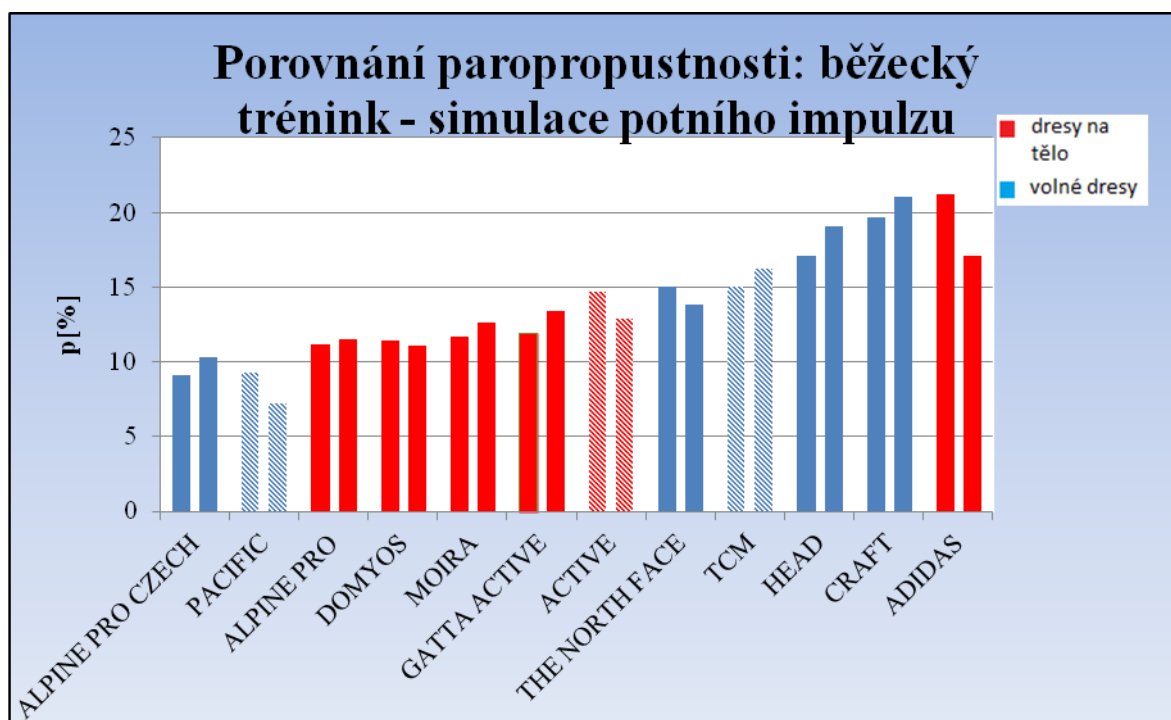




Obr. č. 24 Výparný odpor suchých dresů.

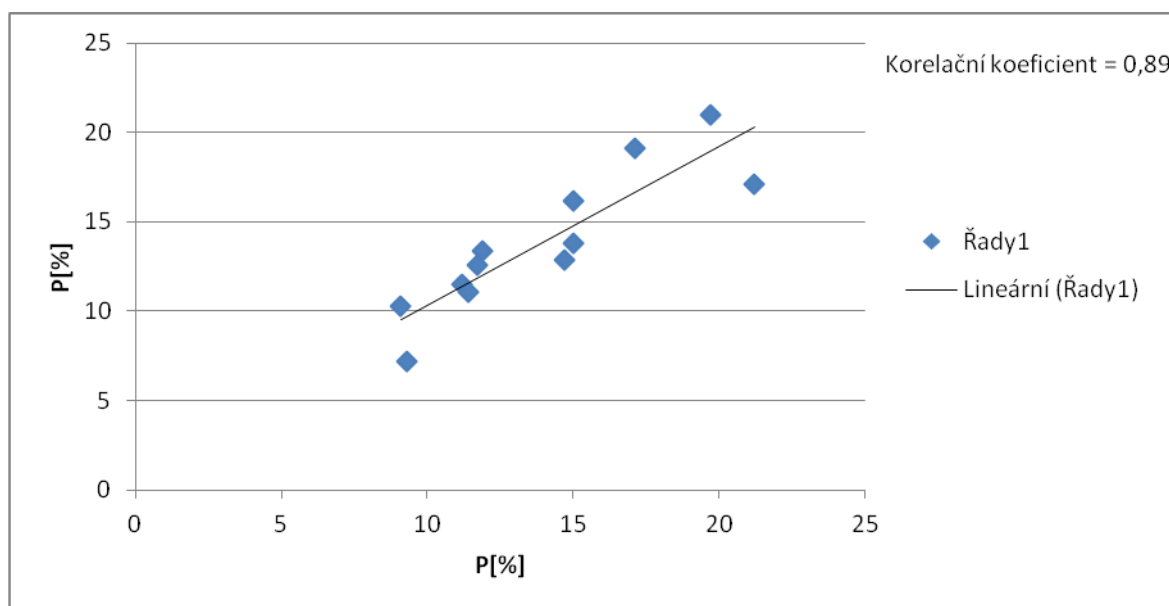
Tento obrázek č. 24 zobrazuje výparný odpor suchých dresů. Nejmenší výparný odporu vykazují dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49 minerale polyester). Naopak nejvyššího výparného odporu dosáhly dresy GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester).





Obr. č. 25 Porovnání paropropustnosti dresů při běžeckém tréninku a při simulaci potního impulsu

Na obrázku č. 25 první sloupec vždy znázorňuje výsledky paropropustnosti po běžeckém tréninku a druhý sloupec vždy znázorňuje výsledky po simulaci potního impulsu. V celkovém pohledu dosáhl nejlepší paropropustnosti volný dres CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a z dresů na tělo ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan). Naopak nejmenší paropropustnosti dosáhl dres Pacific (100% bavlna) a z dresů na tělo ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex).



Obr. č. 26 Porovnání paropropustnosti po běžeckém tréninku a paropropustnosti po simulaci potního impulsu

Byl testován lineární model  $y = \beta_1 x + \beta_0$ , přičemž  $x$  je paropropustnost po běžeckém tréninku a  $y$  je paropropustnost po simulaci potního impulsu. Testuji nulové hypotézy  $H_0 : \beta_0 = 0$ ,  $H_0 : \beta_1 = 1$  vs. alternativní hypotézy  $H_1 : \beta_0 \neq 0$ ,  $H_1 : \beta_1 \neq 1$  na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Pokud budou přijaty hypotézy  $H_0$  bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulsu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku

Z následujícího obrázku č. 26 je dobře patrné, že paropropustnost po běžeckém tréninku a paropropustnosti po simulaci potního impulsu je silně závislá (korelační koeficient = 0,89). Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zvlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulsu. Pokud rozdělíme dresy na dresy na tělo a na dresy volné, tak jsou jednotlivé korelační koeficienty vyšší než korelační koeficient všech dresů dohromady<sup>1</sup>. Z dané skutečnosti můžeme odvodit rozdílné charakteristiky obou skupin dresů.

Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient  $\beta_1 = 0,88$  a průsečík  $\beta_0 = 1,45$ . Odhady regresních koeficientů  $\beta_0$  je statisticky nevýznamný a  $\beta_1$  je statisticky významný na hladině  $\alpha = 0,05$ . Intervalový odhad  $\beta_1$  pokrývá 1.

<sup>1</sup> Korelační koeficient u dresů na tělo vyšel 0,93, u volných dresů 0,96 a u všech dresů dohromady 0,89.

## **13 MĚŘENÍ SPORTOVNÍCH DRESŮ NA PŘÍSTROJI ALAMBETA**

### **13.1 Měřené sportovní dresy na přístroji Alambeta v suchém stavu**

#### **Provedení a popis měření**

Měření se konalo v laboratoři, která měla teplotu vzduchu 24 °C a relativní vlhkost vzduchu 39%. Měření se konalo v podmínkách blízkým obvyklému nošení v suchém stavu a vzorky měly teplotu laboratoře. Každý z dvanácti měřených vzorků byl měřen čtyřikrát, každé měření probíhalo na jiném místě vzorku na zádomé části dresu.

#### **Zkušební zařízení – přístroj Alambeta**

Rozměry: 200 x 500 x 300 mm

Hmotnost: 23 kg

Přítlak hlavice: v rozsahu 100 – 1000 Pa, nejběžnější přítlak 200 Pa

Tloušťka vzorku: 0,3 – 25 mm

Rozměr měřeného vzorku: min. 10 x 10 mm

Doba měření: 0,5 – 5 min.

#### **Odběr vzorku**

Musí se řídit náležitostmi normy ČSN EN 12 751 Textilie - Odběr vzorků ke zkouškám nebo dohodou mezi účastníky měření.

#### **Výpočet a vyjádření výsledků**

Naměřená data jsou zpracovávána přímo přístrojem Alambeta, na jejímž displeji se hodnoty zobrazují. Vypočítává aritmetický průměr a variační koeficient. Měření probíhalo na 4 různých místech dresu na zádomé části. Výsledky jsou zobrazeny v příloze č. 2

Pro lepší orientaci ve výsledcích měření je opět přiložena tabulka struktur a složení jednotlivých dresů.

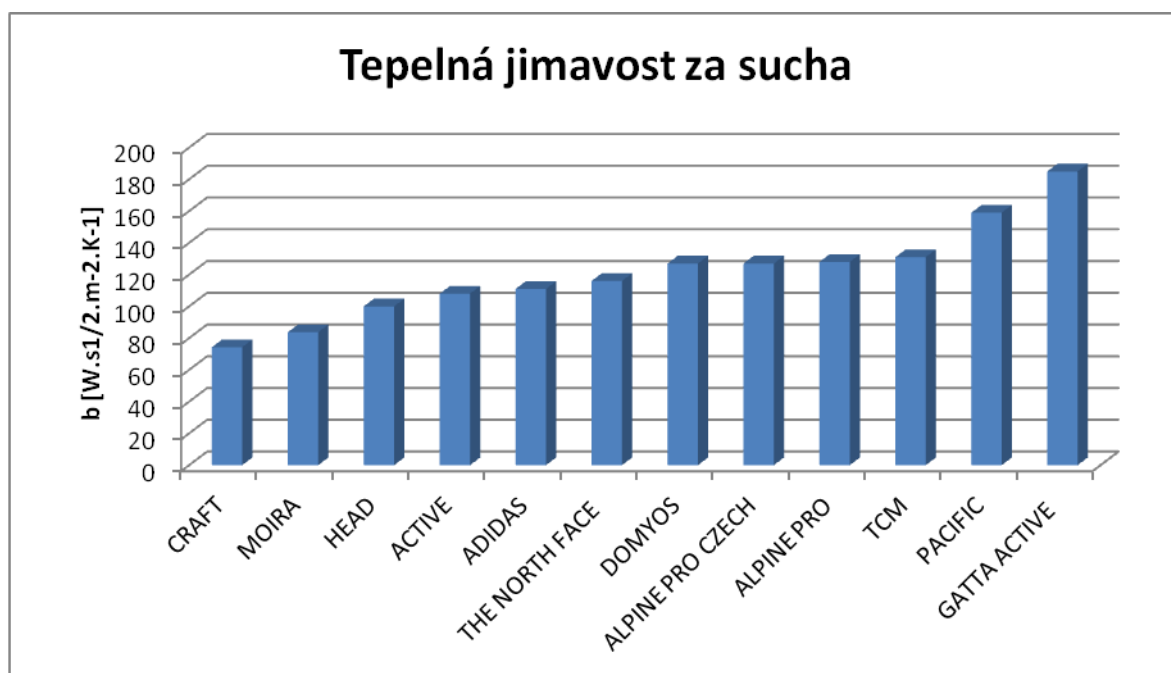
Tabulka č. 1 Struktury a složení jednotlivých dresů

Název dresu	Materiálové složení	Struktura
DOMYOS	62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan	Zátažná jednolící + žebra
HEAD	92% polyester, 8% spandex	Zátažná jednolící
CRAFT	100% chemicky modifikovaný polyester	Zátažná oboulící + jednostranné žebro 3:2
PACIFIC	100% bavlna	Zátažná jednolící
TCM	55% bavlna, 45% polyamid	Interloková pletenina zátažná hladká
ALPINE PRO CZECH	54% polyester, 46% polyester cooldry	Interloková pletenina zátažná s chytovými kličkami
GATTA ACTIVE	56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan	Zátažná jednolící pletenina
MOIRA	100% fyzikálně modifikovaný polypropylen	Zátažná oboulící žebrová s chytovými kličkami
THE NORTH FACE	51% polyester, 49% minerále polyester	Zátažná interloková
ACTIVE	50% bavlna, 50% polyester	Zátažná oboulící pletenina hladká
ADIDAS	79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan	Zátažná jednolící
ALPINE PRO	55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex	Zátažná oboulící žebrová



Obr. č. 27 Tepelný odpor dresů za běžných podmínek (v suchém stavu)

Tento obrázek č. 27 zobrazuje naměřené hodnoty tepelného odporu v suchém stavu, což znamená schopnost materiálu zadržet teplo. Tepelný odpor je ovlivňován tloušťkou materiálu a tepelnou vodivostí. Z grafu vyplývá, že nejvíce chladivým dojmem se budou jevit dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry), PACIFIC (100% bavlna) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester) všechny tyto sportovní dresy dosáhli hodnot pod 15. Naopak nejhřejivěji budou působit dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester), MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan) jež dosáhly hodnot od 25 až po 31 ( $m^2 \cdot K/W$ ).



Obr. č. 28 Tepelná jímavost dresů za běžných podmínek (v suchém stavu)

V obrázku č. 28 vidíme tepelnou jímavost za běžných podmínek v suchém stavu. Čím mají dresy menší tepelně – izolační vlastnosti, tím vyšší je následně tepelná jímavost. Z toho vyplývá, že dres působí při styku s pokožkou chladivěji. Hodnoty pod 100 ( $\text{W.s1/2.m-2.K-1}$ ) vypovídají, že dres působí velmi suše a velmi teple. Dále hodnoty pod 200 ( $\text{W.s1/2.m-2.K-1}$ ) vypovídají, že dres lze považovat za suchý a teplý a nakonec hodnoty nad 200 ( $\text{W.s1/2.m-2.K-1}$ ) vypovídají, že dres je suchý a chladivý. Pod hodnotu 100 ( $\text{W.s1/2.m-2.K-1}$ ) znamenající, že dres působí velmi suše a velmi teple se dostali dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester), MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Naopak nejvyšších hodnot i když stále pod 200 ( $\text{W.s1/2.m-2.K-1}$ ) dosáhly dresy GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan), PACIFIC (100% bavlna) a TCM (55% bavlna, 45% polyamid).



Obr. č. 29 Tepelná vodivost dresů za běžných podmínek (v suchého stavu)

Tepelná vodivost označuje, jaká je schopnost daného dresu vést teplo a jak rychle se teplo šíří ze zahřáté části dresu do ostatních chladnějších částí. Z grafu tepelné vodivosti za běžných podmínek vyplývá, že nejmenší vodivost vykazují dresy MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen), ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester). Naopak největší vodivost vykazují dresy HEAD (92% polyester, 8% spandex) a PACIFIC (100% bavlna) jenž jako jediné se dostali nad hodnotu 60 (mW/(m.K)).

## **13.2 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – běžecký pás**

### **Realizace měření**

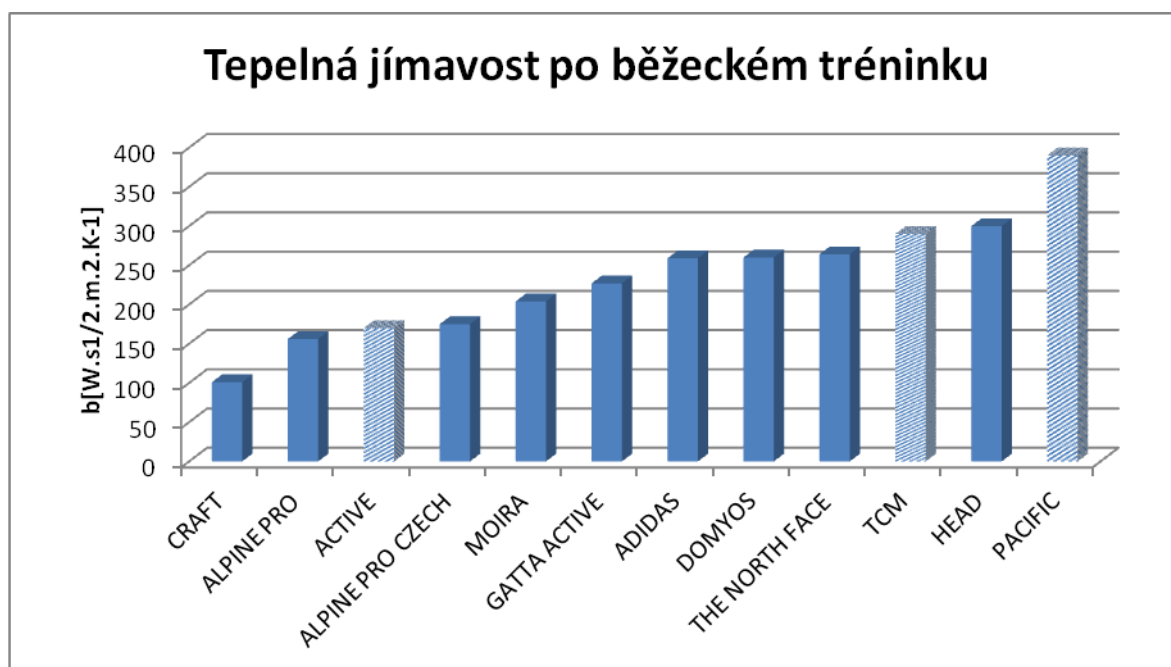
Simulace běžeckého výkonu proběhla v posilovně na běžeckém pásu při zavřených oknech a stále teplotě 22 °C a při relativní vlhkosti vzduchu 36%. Trvání zkoušky bylo 20minut při rychlosti 2,77 m/s. Jednotlivé dresy byly ihned po zápase vloženy a utěsněny do nepropustných nádob.





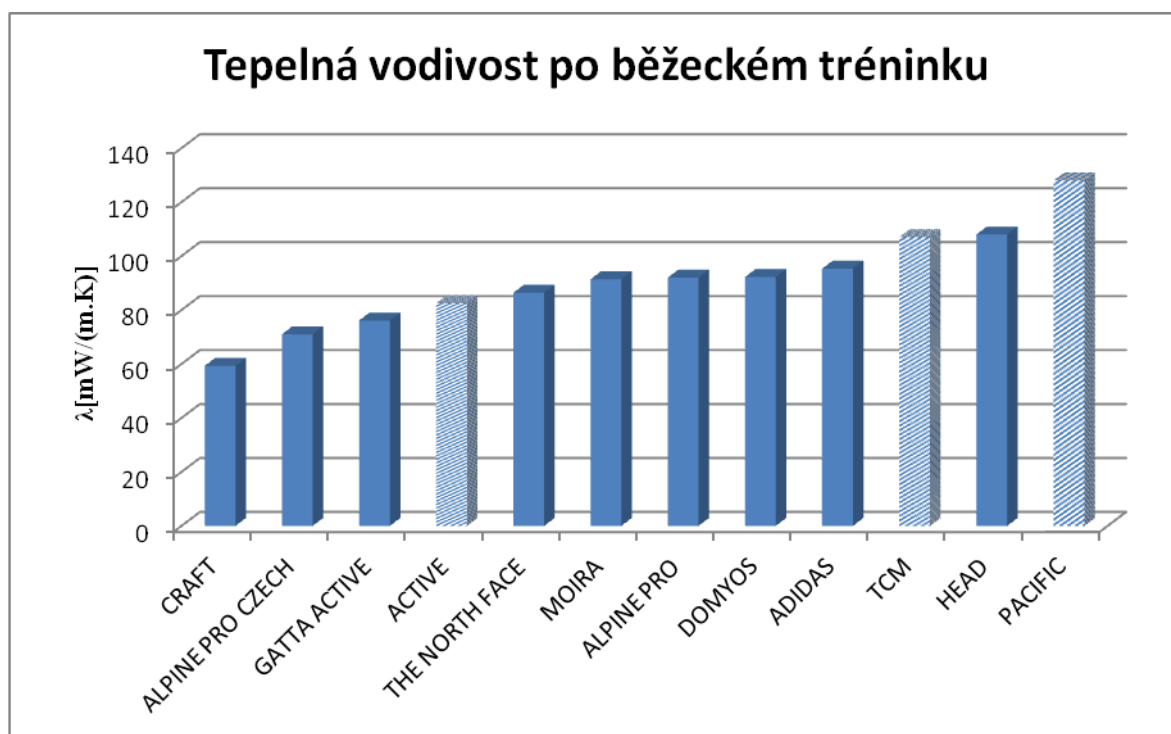
Obr. č. 30 Tepelný odpor dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku

Následující obrázek č. 30 zobrazuje tepelný odpor po běžeckém tréninku, kdy jsou dresy zvlhčené potem. Ten vyznačuje, jak je který dres schopný zadržovat teplo. Tepelný odpor je ovlivňován tloušťkou dresu a jeho tepelnou vodivostí. Naměřené hodnoty po běžeckém tréninku ukazují, že nejvíce chladivým dojmem se budou jevit z volných dresů PACIFIC (100% bavlna) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerále polyester) z dresů na tělo pak ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester) a ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex). Naopak nejhřejivěji budou působit z volných dresů CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry), z dresů na tělo pak MOIRA (fyzikálně modifikovaný polypropylen) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).



Obr. č. 31 Tepelná jímavost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku

Obr. č. 31 zobrazuje tepelnou jímavost vlhkých dresů (spocených dresů) po běžeckém tréninku za obvyklých podmínek, teplota vzduchu 22 °C a vlhkost vzduchu 36%. Čím mají dresy menší tepelně – izolační vlastnosti, tím vyšší je následně tepelná jímavost. Z toho vyplývá, že dres působí při styku s pokožkou chladivěji. Hodnoty pod 100 (W.s1/2.m-2.K-1) vypovídají, že dres působí velmi suše a velmi teple, dále hodnoty pod 200 (W.s1/2.m-2.K-1) vypovídají, že dres lze považovat za suchý a teplý, nakonec hodnoty nad 200 (W.s1/2.m-2.K-1) vypovídají, že dres je suchý a chladivý. Z grafu vyplývá, že nejsušším a nejteplejším dojmem působí volný dres CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester), jenž se jako jediný dres dostal pod hodnotu 100 (W.s1/2.m-2.K-1). Další 4 dresy jsou pod hodnotou 200 (W.s1/2.m-2.K-1), tudíž působí suše a teple. Žádný z dresů kromě dresu Pacific (100% bavlna), jenž dosáhl nejvyšší hodnoty, nepatří mezi dresy studené a vlhké.



Obr. č. 32 Tepelná vodivost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku

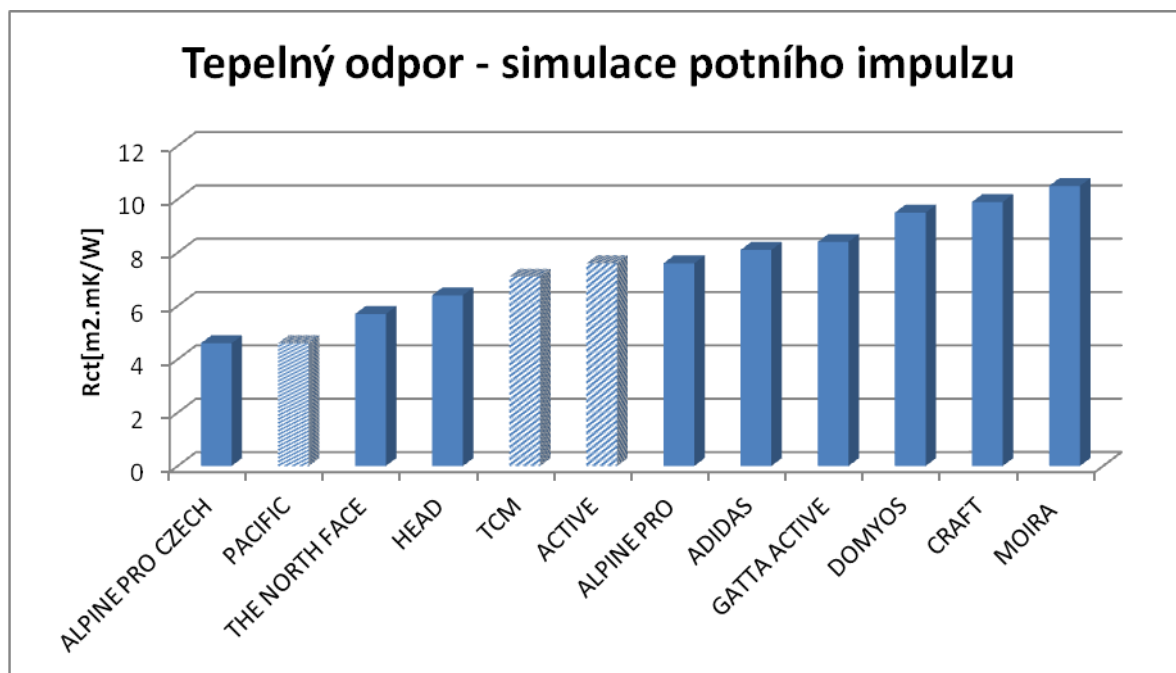
Z následujícího obrázku č. 32 je patrné, že po běžeckém tréninku za vlhkého stavu byl nejvíce vodivý z dresů na tělo dres ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan), z volných dresů pak dresy PACIFIC (100% bavlna) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Naproti tomu nejméně vodivé byly z dresů na tělo dresy GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester), z volných dresů potom dresy CRAFT (chemicky modifikovaný polyester) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry).

### **13.3 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – simulace potního impulzu**

#### **Realizace měření**

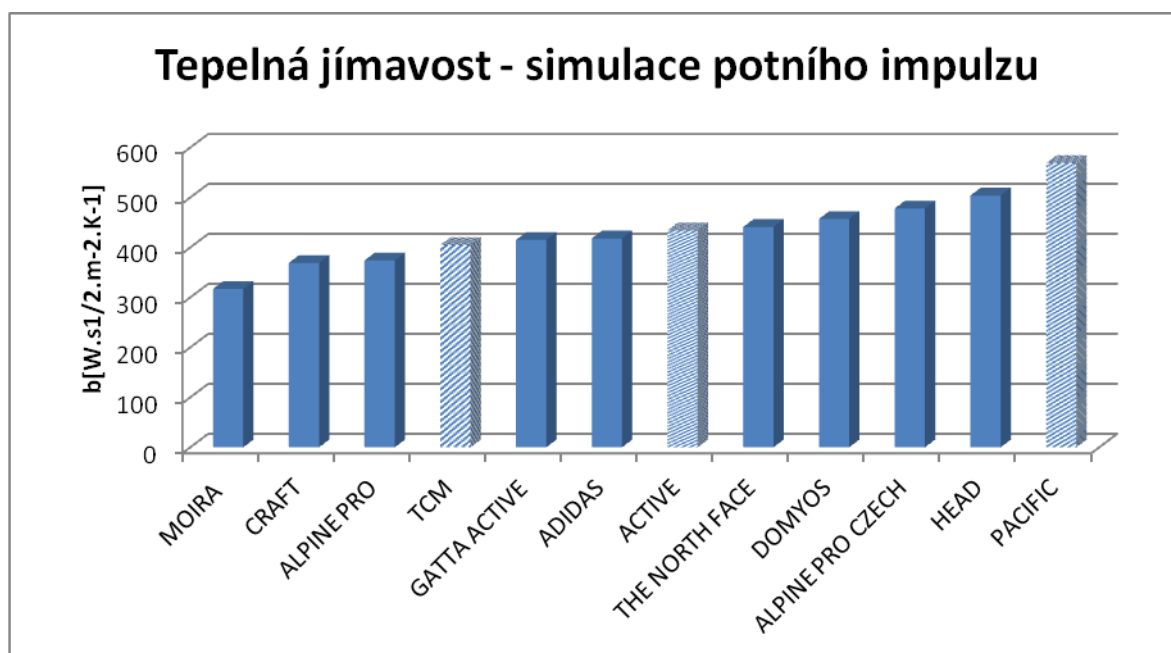
Simulace potu na dresech bylo docíleno nanesením 0,5 ml vody s 2% kuchyňské soli NaCl na sportovní dresy, následně se počkalo 3 minuty, aby se vlhkost dostatečně rozvedla do okolí a vyloučil se efekt smáčecího tepla. Měření se konalo v laboratoři, která měla teplotu vzduchu 23 °C a relativní vlhkost vzduchu 38%. Všechny dresy byli v laboratoři 24 h klimatizovány. Každý z dvanácti měřených vzorků byl měřen čtyřikrát, každé měření probíhalo na jiném místě vzorku na zádomé části dresu.

Výpočet a vyjádření výsledků



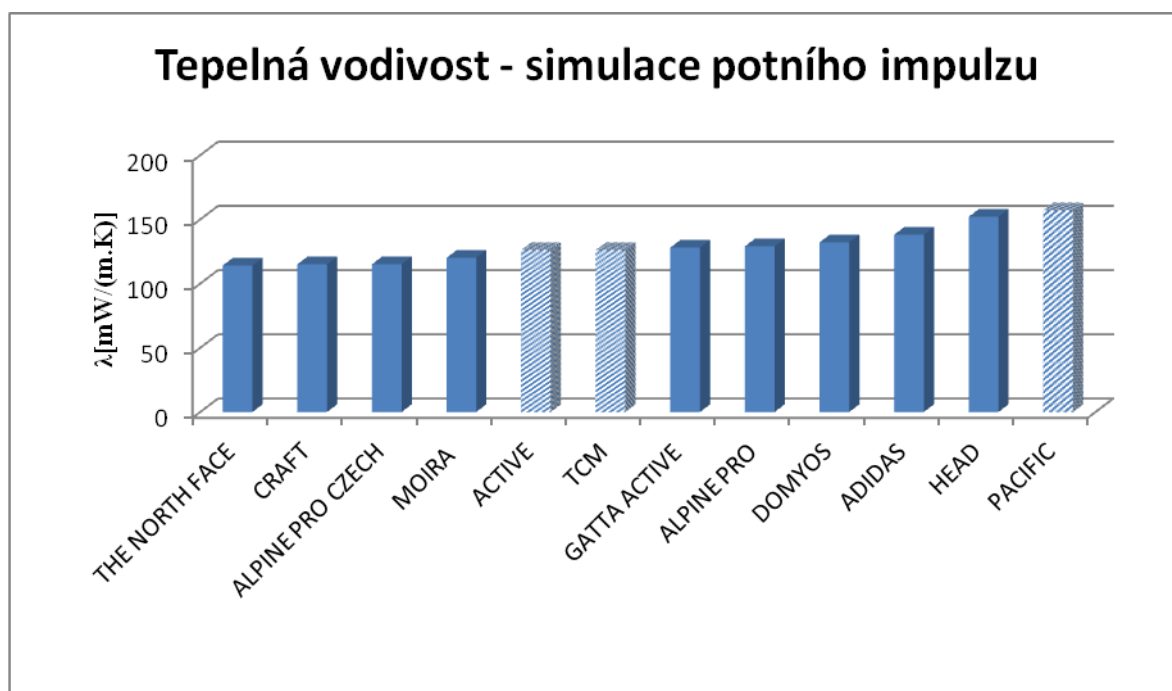
Obr. č. 33 Tepelný odpor dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu

Následující obrázek č. 33 zobrazuje tepelný odpor po nanesení 0,5 ml vody s 2% soli na sportovní dresy. Naměřené hodnoty po simulaci ukazují, že nejvíce chladivým dojmem se budou jevit dresy ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a PACIFIC (100% bavlna). Naopak nejhřejivěji budou působit dresy MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Vyšrafované sloupečky jsou dresy z nasákových materiálů.



Obr. č. 34 Tepelná jímavost dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu

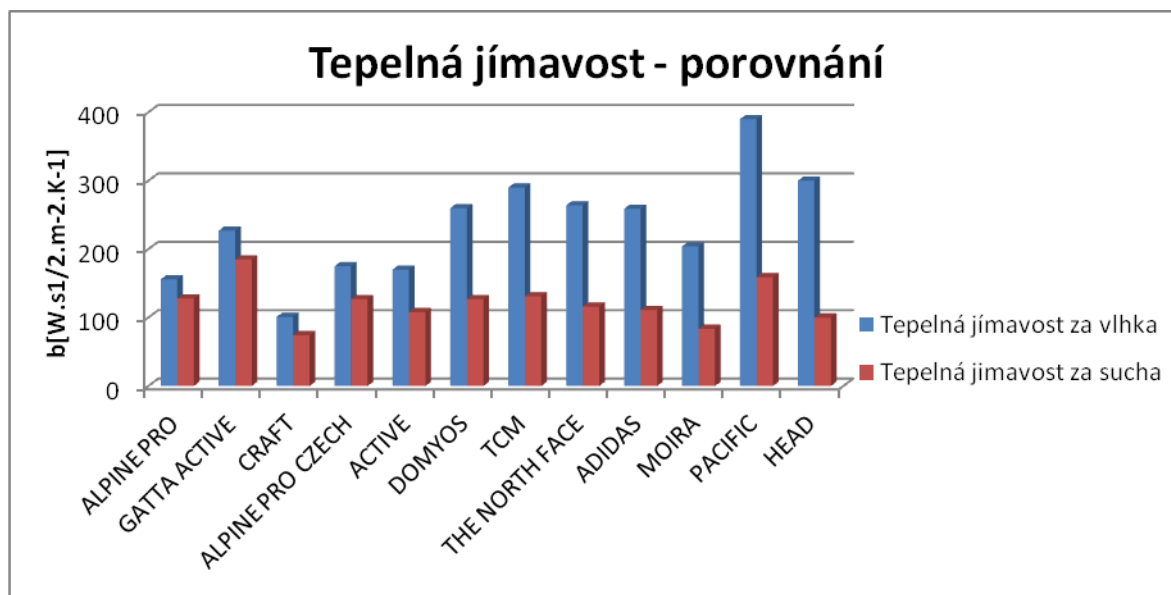
Tento obrázek č. 34 zobrazuje tepelnou jímavost při simulaci potního impulsu. Vyšrafované sloupčky jsou dresy z nasákavých materiálů. Zde jsou výsledné hodnoty velmi vysoké díky velkému zavlhčení. Čím mají dresy menší tepelně – izolační vlastnosti, tím vyšší je následně tepelná jímavost. Z toho vyplývá, že dres působí při styku s pokožkou chladivěji. Vzhledem k vysokému stupni zavlhčení jsou všechny naměřené hodnoty dosti vysoké. Z obrázku č. 34 vyplývá, že nejsušším a nejteplejším dojmem působí dres MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Nejhuře dopadl dres PACIFIC (100% bavlna) a dres DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).



Obr. č. 35 Tepelná vodivost dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu

Z následujícího obrázku č. 35 je patrné, že po simulaci zavlhčení potem byl nejvíce vodivý dres PACIFIC (100% bavlna) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Naproti tomu nejméně vodivý byl dres THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Vyšrafovaně jsou označeny dresy z nasákavých materiálů.

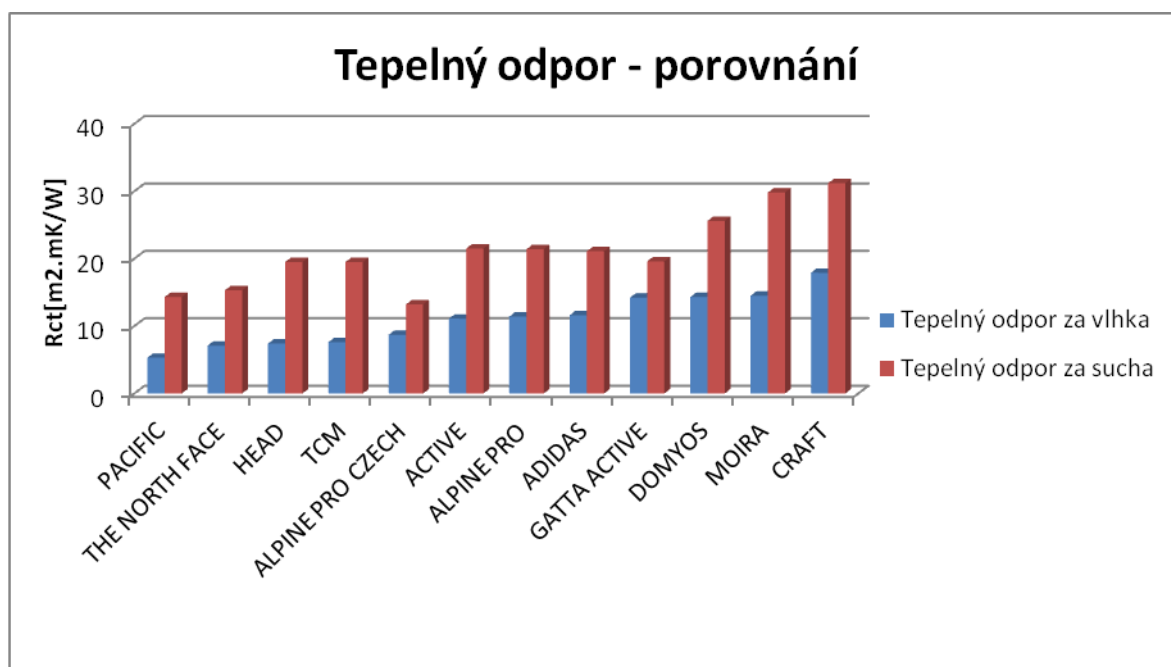
### 13.4 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta - porovnání hodnot za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka



Obr. č. 36 Porovnání tepelné jímavosti za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka

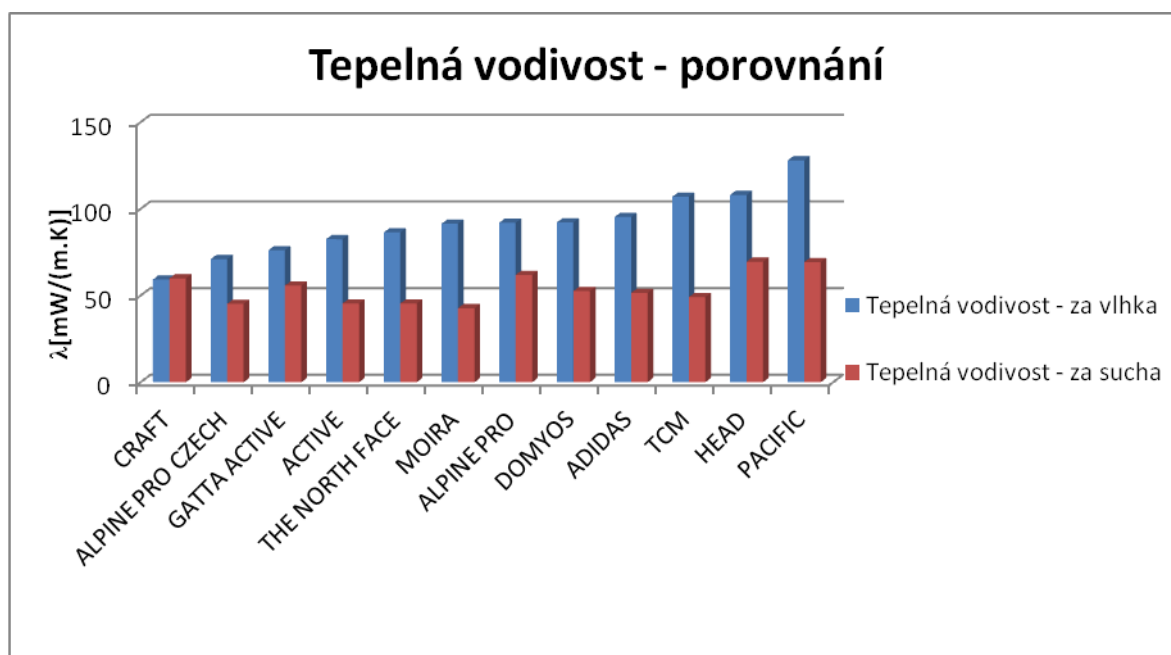
Obrázek č. 36 zobrazuje, jak se změnila tepelná jímavost po běžeckém tréninku (vlhkých dresů) oproti suchému stavu. Z grafu vyplývá, že tepelná jímavost po běžeckém tréninku se nejvíce zvětšila z volných dresů u dresu HEAD (92% polyester, 8% spandex) a PACIFIC (100% bavlna). Z dresů na tělo poté MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan). Naopak nejméně se zvýšila tepelná jímavost u dresů na tělo ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan). Mezi volnými dresy to jsou CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry).





Obr. č. 37 Porovnání tepelného odporu za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka.

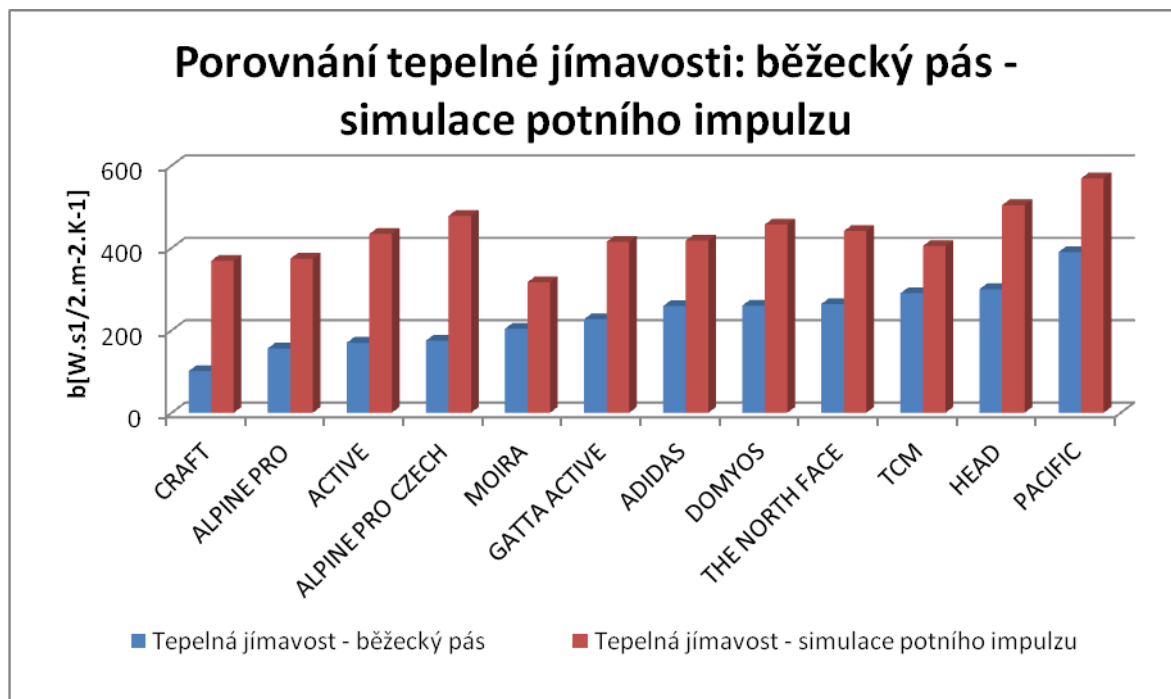
Obrázek č. 37 zobrazuje porovnání tepelného odporu vzorku za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka. Z grafu vyplývá, že se tepelný odpor nejméně zmenšil po běžeckém tréninku u volného dresu ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Z dresů na tělo GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan). Naopak k nejmenšímu zmenšení tepelného odporu došlo u volných dresů PACIFIC (100% bavlna) a HEAD (92% polyester, 8% spandex). Z dresů na tělo poté dres MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester).



Obr. č. 38 Porovnání tepelné vodivosti za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka.

Následující obrázek č. 38 zobrazuje porovnání tepelné vodivosti u dresů v suché formě a po běžeckém tréninku za vlhka. Jediným dresem u kterého klesla tepelná vodivost za vlhka po běžeckém tréninku je dres na tělo CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a dále nejméně stoupla u dresu GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan). Z volných dresů došlo k nejmenšímu nárůstu tepelné vodivosti za vlhka u dresu HEAD (92%polyester, 8% spandex) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry). Naopak k největšímu nárůstu došlo z volných dresů u dresu TCM (55% bavlna, 45% polyamid) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester), z dresů na tělo MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan).

### 13.5 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – porovnání hodnot po simulaci potního impulsu a po běžeckém tréninku za vlhka

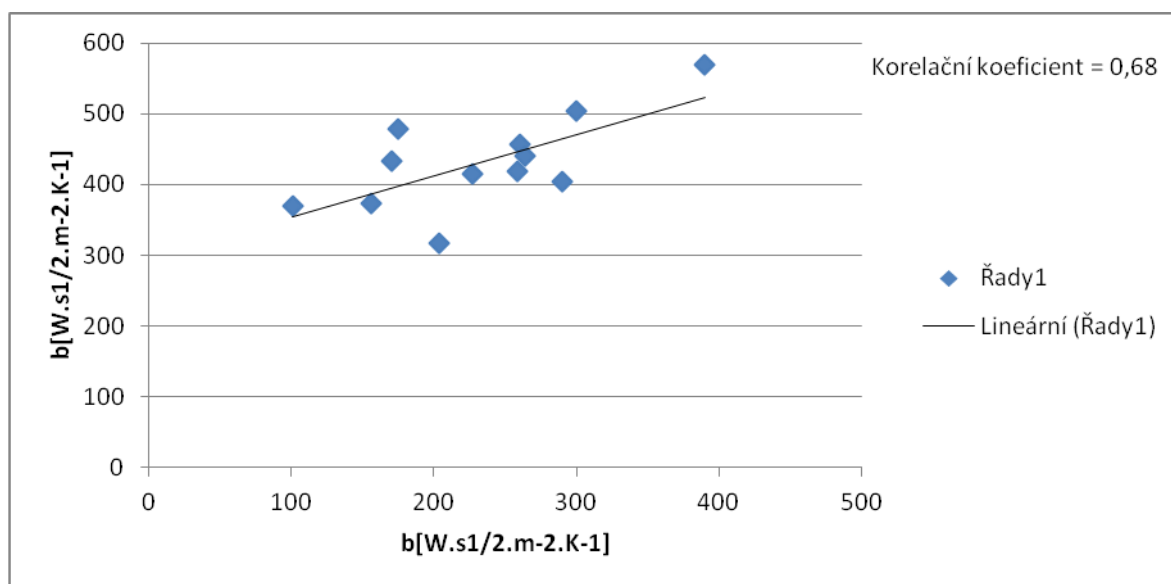


Obr. č. 39 Porovnání tepelné jímavosti jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu

Z obrázku č. 39 vyplývá, že v průběhu běžeckého tréninku se část vlhkosti průběžně odpařuje a odvádí z míst velkých potních žláz do okolí. Tím došlo k průměrnému stupni zavlhčení. Tento efekt při simulaci potního impulsu nenastane, efekt odparu nenastane, nastane pouze efekt rozvedení.

Z výsledků je patrné, že pro věrnější simulaci potního impulsu by se mělo použít menší množství simulovaného potu, než bylo použitých 0,5 ml. Rovněž by se dosáhlo ještě lepšího souladu výsledků.

Při reálném běžeckém tréninku má vliv také velikosti vzduchových mezer a dynamika kontaktu textilie s pokožkou.

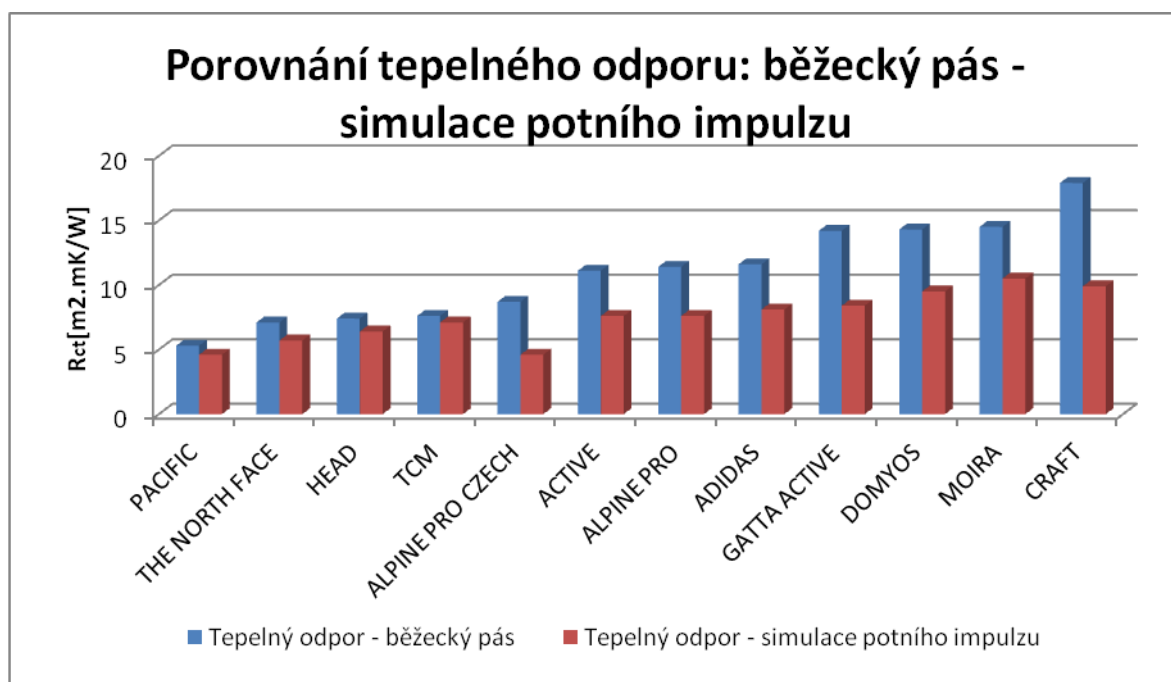


Obr. č. 40 Porovnání tepelné jímavosti po běžeckém tréninku a tepelné jímavosti po simulaci potního impulzu

Byl testován lineární model  $y = \beta_1 x + \beta_0$ , přičemž  $x$  je paropropustnost po běžeckém tréninku a  $y$  je paropropustnost po simulaci potního impulzu. Testují nulové hypotézy  $H_0 : \beta_0 = 0$ ,  $H_0 : \beta_1 = 1$  vs. alternativní hypotézy  $H_1 : \beta_0 \neq 0$ ,  $H_1 : \beta_1 \neq 1$  na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Pokud budou přijaty hypotézy  $H_0$  bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulzu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku.

Z následujícího obrázku č. 40 je dobře patrné, že tepelná jímavost po běžeckém tréninku a tepelná jímavost po simulaci potního impulzu je průměrně závislá (korelační koeficient = 0,68), avšak na samé hraně silné závislosti. Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zvlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulzu.

Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient  $\beta_1 = 0,58$  a průsečík  $\beta_0 = 295$ . Odhady regresních koeficientů  $\beta_0$  a  $\beta_1$  jsou statisticky významné na hladině  $\alpha = 0,05$ . Intervalový odhad pokrývá 1.



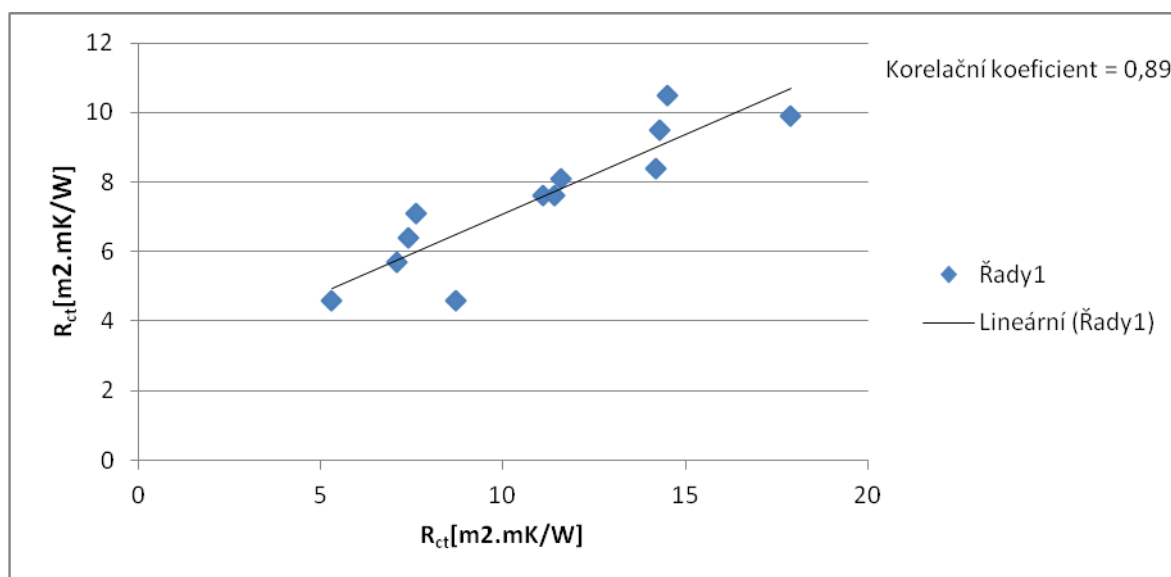
Obr. č. 41 Porovnání tepelného odporu jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu

Z následujícího obrázku č. 41 vyplývá, že při porovnání sportovních dresů po zavlhčení potem na běžeckém pásu a simulaci potního impulsu dopadl v obou případech nejhůře dres PACIFIC (100% bavlna) dále v průměru výsledků dres THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerale polyester). Nejlépe dopadly dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester), za nímž se umístil v celkovém souhrnu dres MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen).

V případě, že by byl použit nižší stupeň zavlhčení, pole tepelného odporu by se po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu přiblížila.

Dres PACIFIC (100% bavlna) vykazuje nejvyšší tepelný odpor, protože má největší tepelnou vodivost.

Tepelný odpor je k tepelné vodivosti převrácený, ovšem roli hraje také tloušťka sportovního dresu.

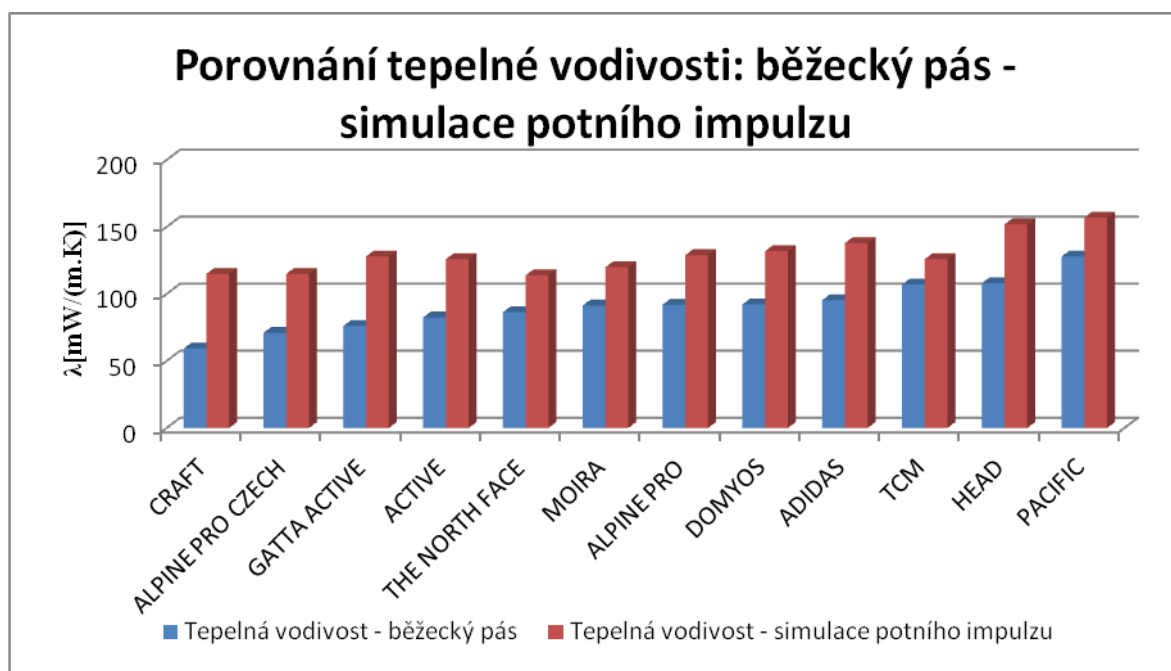


Obr. č. 42 Porovnání tepelného odporu po běžeckém tréninku a tepelného odporu po simulaci potního impulzu

Byl testován lineární model  $y = \beta_1 x + \beta_0$ , přičemž  $x$  je paropropustnost po běžeckém tréninku a  $y$  je paropropustnost po simulaci potního impulzu. Testují nulové hypotézy  $H_0 : \beta_0 = 0$ ,  $H_0 : \beta_1 = 1$  vs. alternativní hypotézy  $H_1 : \beta_0 \neq 0$ ,  $H_1 : \beta_1 \neq 1$  na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Pokud budou přijaty hypotézy  $H_0$  bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulzu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku.

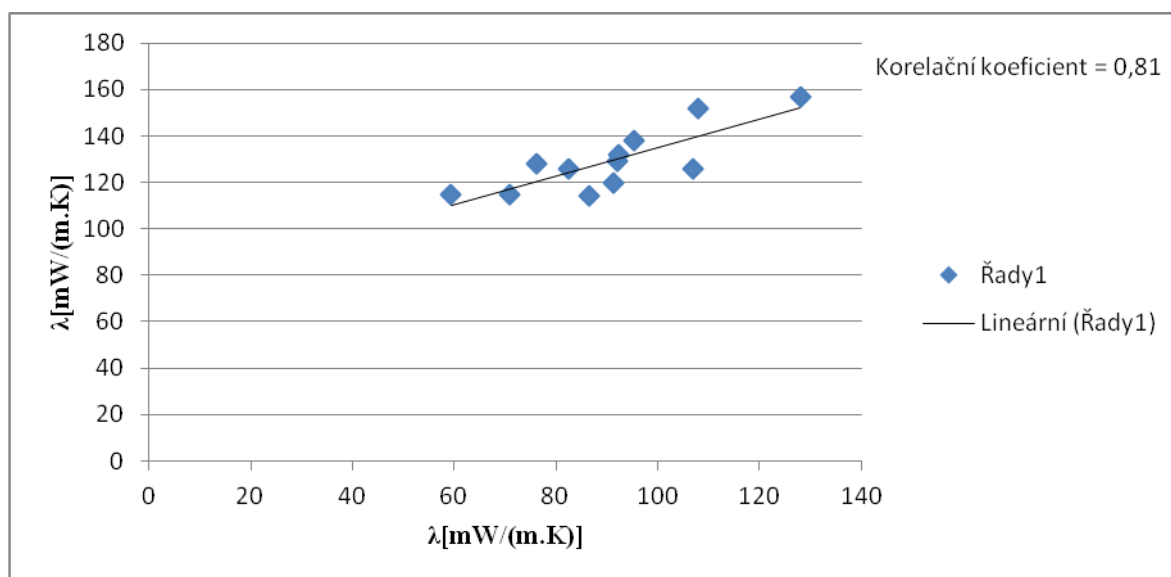
Z následujícího obrázku č. 42 je dobře patrné, že tepelný odpor po běžeckém tréninku a tepelný odpor po simulaci potního impulzu je silně závislý (korelační koeficient = 0,89), avšak na samé hraně velmi silné závislosti. Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zvlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulzu.

Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient  $\beta_1 = 0,45$  a průsečík  $\beta_0 = 2,51$ . Odhady regresních koeficientů  $\beta_0$  a  $\beta_1$  jsou statisticky významné na hladině  $\alpha = 0,05$ . Intervalový odhad  $\beta_1$  nepokrývá 1.



Obr. č. 43 Porovnání tepelné vodivosti jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu

Z následujícího obrázku č. 43, znázorňujícího porovnání tepelné vodivosti po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu, je patrné, že nejvyšší vodivosti v obou případech dosahoval dres PACIFIC (100% bavlna) a dres HEAD (92%polyester, 8% spandex). Naproti tomu nejméně vodivý byl dres CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a v dále v průměru běžeckého tréninku a simulace potního impulsu dres ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry). V případě, že by byl použit nižší stupeň zvlhčení, pole tepelného odporu po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu ještě více přiblížila.



Obr. č. 44 Porovnání tepelné vodivosti po běžeckém tréninku a tepelné vodivosti po simulaci potního impulzu

Byl testován lineární model  $y = \beta_1 x + \beta_0$ , přičemž  $x$  je paropropustnost po běžeckém tréninku a  $y$  je paropropustnost po simulaci potního impulzu. Testují nulové hypotézy  $H_0 : \beta_0 = 0$ ,  $H_0 : \beta_1 = 1$  vs. alternativní hypotézy  $H_1 : \beta_0 \neq 0$ ,  $H_1 : \beta_1 \neq 1$  na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Pokud budou přijaty hypotézy  $H_0$  bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulzu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku.

Z následujícího obrázku č. 44 je dobře patrné, že tepelná vodivost po běžeckém tréninku a tepelná vodivost po simulaci potního impulzu je silně závislá (korelační koeficient = 0,81). Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zavlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulzu.

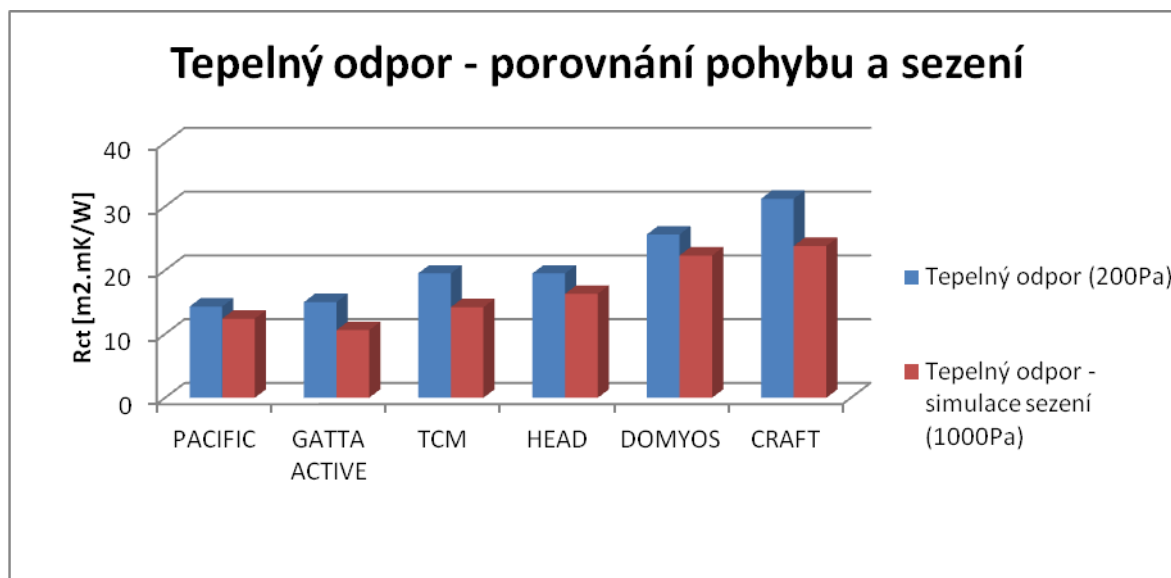
Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient  $\beta_1 = 0,61$  a průsečík  $\beta_0 = 73$ . Odhady regresních koeficientů  $\beta_0$  a  $\beta_1$  jsou statisticky významné na hladině  $\alpha = 0,05$ . Intervalový odhad u  $\beta_1$  nepokrývá 1.



## 13.6 Měření sportovních dresů na přístroji Alambeta – simulace sezení

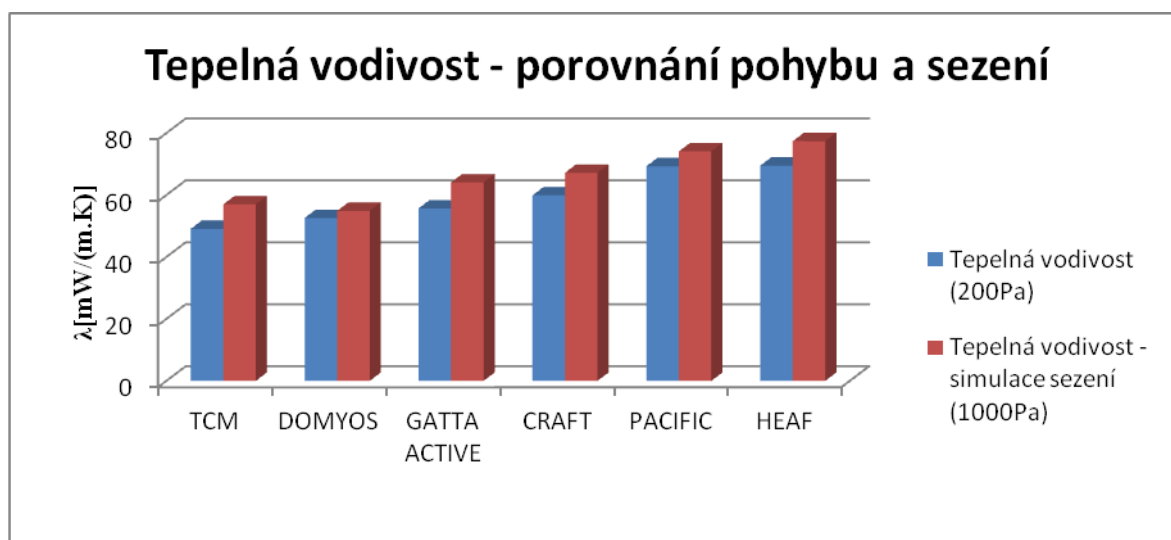
### Realizace měření

Nasimulování sezení se docílí tím, že se z přístroje Alambeta odstraní závaží a přítlak stoupne z 200 Pa na 1000 Pa.



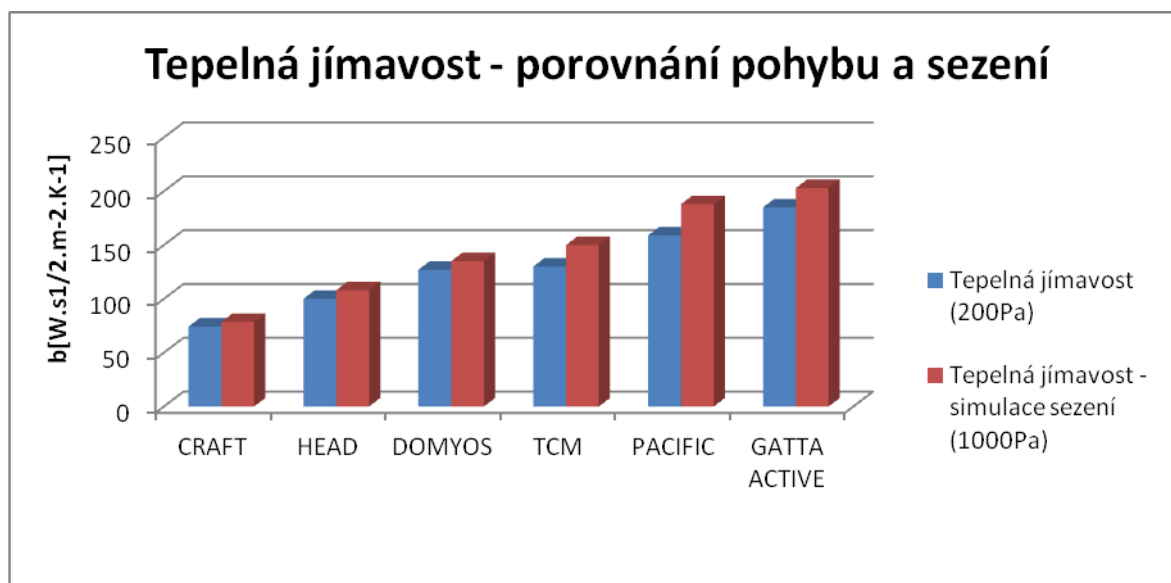
Obr. č. 45 Porovnání tepelného odporu dresů při pohybu a při simulaci sezení

Následující obrázek č. 45 zobrazuje porovnání tepelného odporu při běžném nošení (tlak hlavice 200 Pa) a při simulaci sezení (tlak hlavice 1000 Pa). U všech sedmi sledovaných vzorků tepelný odpor klesl při simulaci sezení kromě volného dresu. Ostatní dresy vykazují podobné rozdíly kromě volného dresu PACIFIC (100% bavlna), kde je rozdíl tepelného odporu za běžného nošení a při simulaci sezení nejmenší.



Obr. č. 46 Porovnání tepelné vodivosti dressů při pohybu a při simulaci sezení

Tento obrázek č. 46 zobrazuje porovnání tepelné vodivosti v pohybu a při simulaci sezení. U všech 7 sportovních dressů došlo při simulaci sezení k navýšení hodnot tepelné jímavosti.



Obr. č. 47 Porovnání tepelné jímavosti dressů při pohybu a při simulaci sezení

Tento obrázek č. 47 znázorňuje porovnání tepelné jímavosti v pohybu a při simulaci sezení. Zde se tepelná jímavost u simulace sezení zvýšila u všech dressů.

## 14 VLIV VLNKOSTNÍHO PŘÍVAŽKU NA TEPELNOU JÍMAVOST A TEPELNÝ ODPOR

Toto měření bylo provedeno u všech 12 vzorků. Nejdříve byly všechny dresy zváženy v běžných podmínkách v laboratoři. Poté byli dresy, u kterých to bylo možné, vysušeny v klimatizačním boxu. Dresy HEAD (92% polyester, 8% spandex) a THE NORTH FACE (51% polyester, 49% minerále polyester) byly vysušeny 10minut při 70 stupních Celsia, dresy PACIFIC (100% bavlna) a TCM (55% bavlna, 45% polyamid) 20 minut při 105 stupních Celsia, dresy DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan), ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) 15minut při 70 stupních Celsia. Ostatní dresy nemohly být vysušeny kvůli jejich materiálovému složení, jelikož by vysušování vlákna dresů znehodnotila či zničila. Vysušené vzorky byly následně zváženy. Jako poslední bylo provedeno zvážení vlhkých dresů ihned po běžeckém výkonu. Všechna měření byla prováděna na digitální váze.

Vzorec pro výpočet:

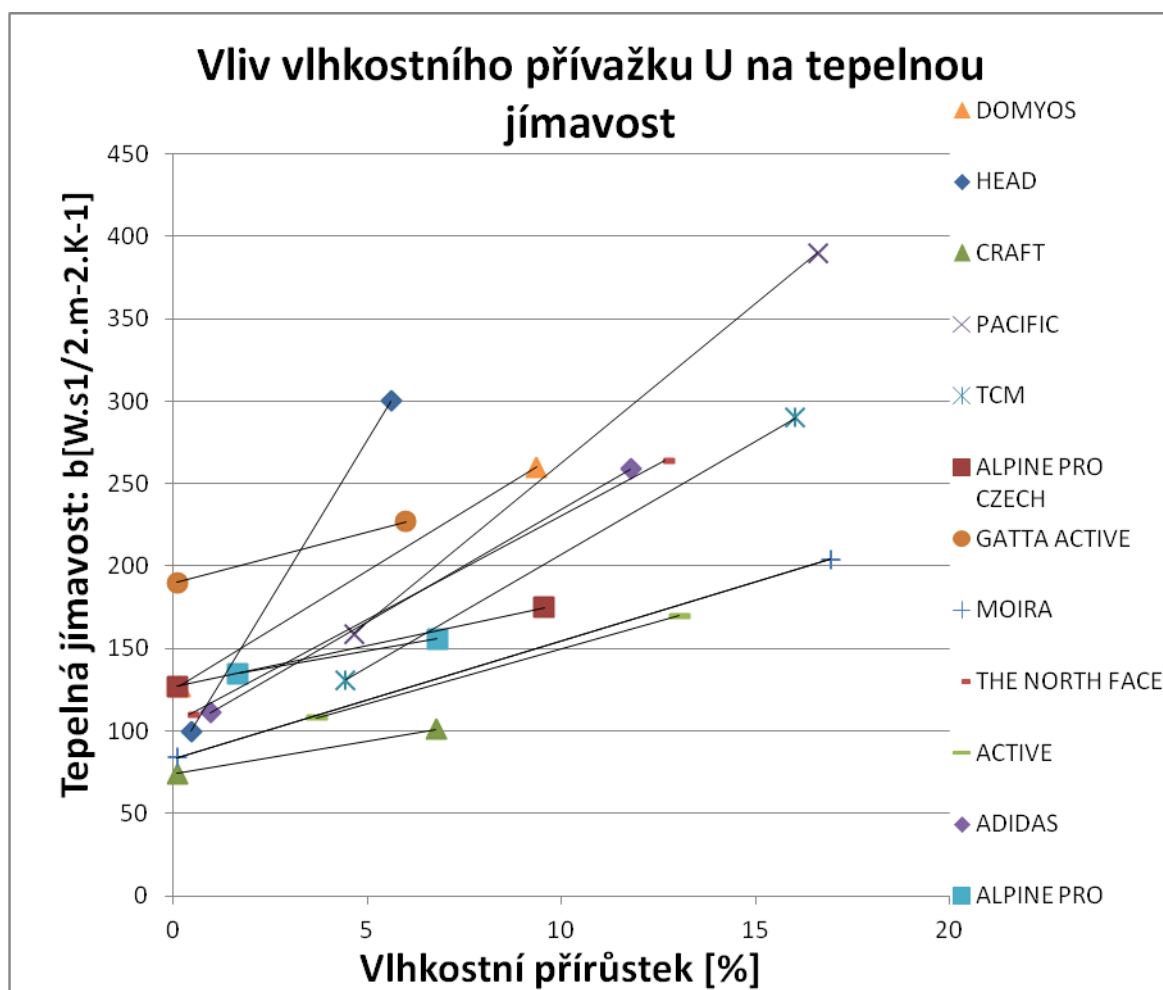
$$U = \frac{m_{vl} - m_{ls}}{m_{ls}} \cdot 100 [\%]$$

U – hmotnostní přívažek [%]

$m_v$  – hmotnost vlhkého vzorku [kg]

$m_s$  – hmotnost suchého vzorku [kg]

Pro výpočet u těch vzorků, které mohly být vysušeny, byly použity váhy vysušených vzorků. Dresy, které nebylo možné vysušit, byly brány tak, jako kdyby neobsahovaly žádnou vlhkost.

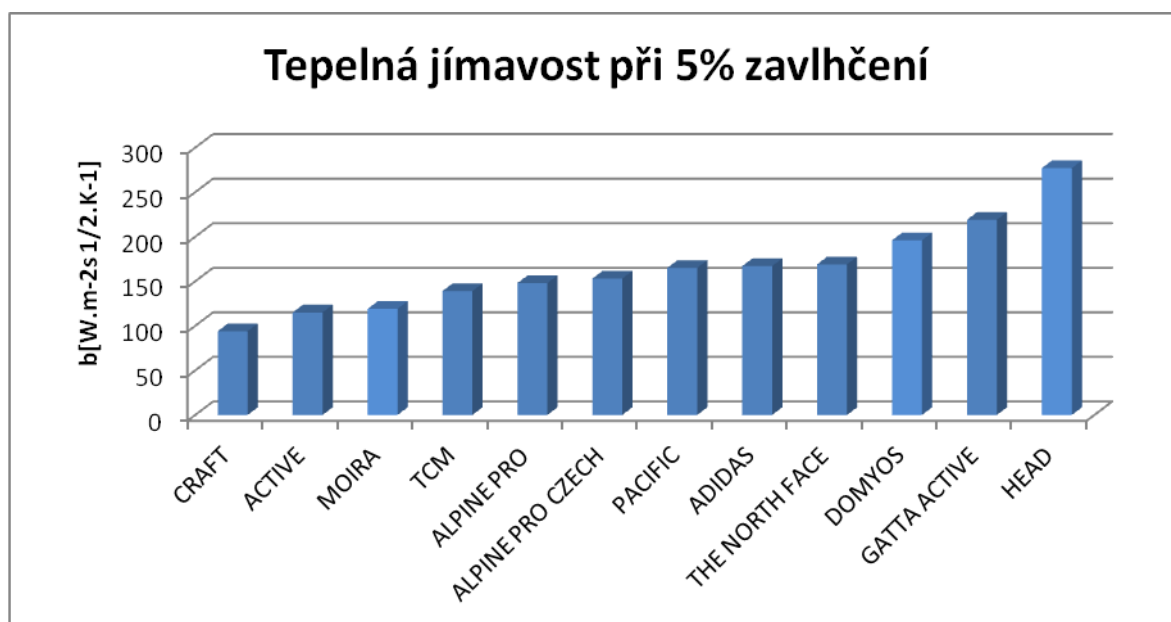


Obr. 48 Vliv vlhkostního přivažku v důsledku běžeckého tréninku na tepelnou jímavost.

Následující obrázek č. 48 zobrazuje vliv vlhkostního přivažku na tepelnou jímavost u zkoumaných sportovních dresů.

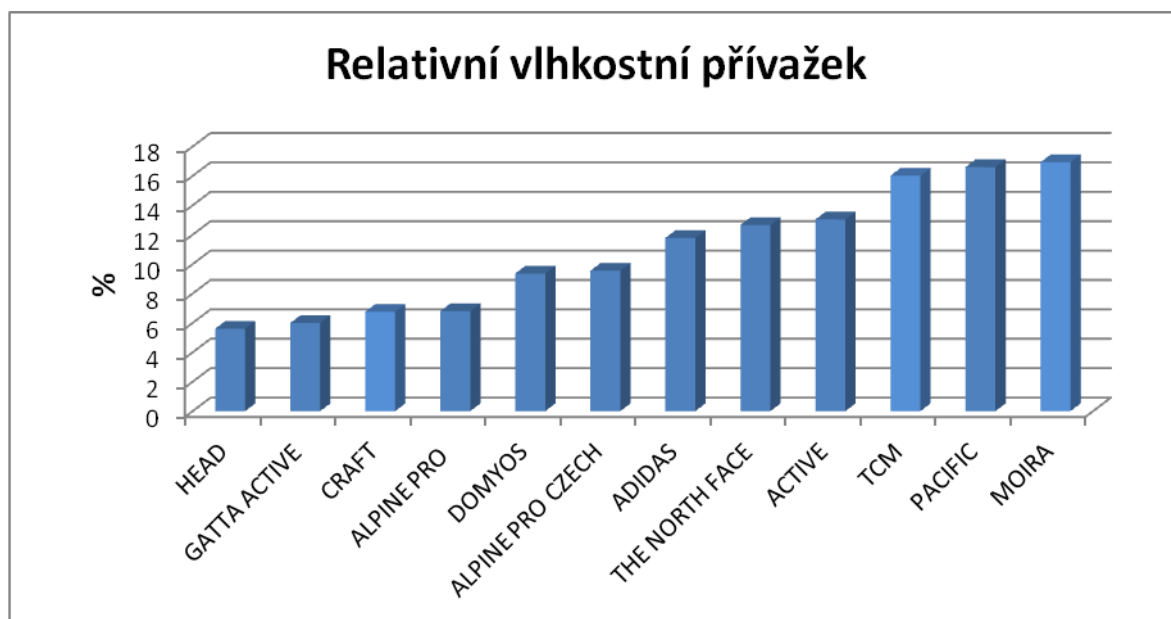
Následující diagram má dvě funkce. Jedna funkce ukazuje, jaká byla vlhkost v dresu po skončení sportovního výkonu a druhá funkce ukazuje, jaké vlhkosti bylo dosaženo a jak se vlhkost promítla do tepelné jímavosti.

Výrazně se liší dres HEAD (92% polyester, 8% spandex), kde při malé hodnotě zavlhčení se tepelná jímavost hodně navýšila a dres PACIFIC (100% bavlna), kde sklon přímky u těchto dresů je na rozdíl od ostatních dresů viditelně větší. Nejchladnější omak tedy vykazuje dres z bavlněných vláken PACIFIC. Příčinou tohoto extrémně chladného omaku může být vysoká koncentrace vlhkosti v místě měření, které se nachází v oblasti zvýšeného pocení podél páteře. Z důvodu vysoké adheze vlhkosti s bavlnou nebyla tato vlhkost rozvedena do větší plochy, což zřejmě nastalo v případě polypropylenového dresu MOIRA.



Obr. č. 49 Tepelná jímavost dresů při 5% vlhkosti

Za předpokladu lineární závislosti tepelné jímavosti na vlhkovním přírůstku byl vynesena obrázek č. 49 tepelné jímavosti při 5% vlhkosti.



Obr. č. 50 Relativní vlhkovní přivažek dresů

Následující obrázek č. 50 zobrazuje relativní vlhkost přivažek sportovních dresů po běžeckém výkonu.

## 15 STANOVENÍ NASÁKAVOSTI

### Stanovení nasákavosti (podle již neplatné normy ČSN 80 0831)

#### Definice

Nasákavost je schopnost plošné textilie přijímat a fyzikálně vázat vodu při ponoření za stanovené teploty a doby. Vyjadřuje se v procentech.

#### Podstata zkoušky

Klimatizované vzorky se jednotlivě zváží s přesností 0,1% hmotnosti. Po zvážení se klimatizované vzorky ponoří horizontálně na dno nádoby s destilovanou vodou o teplotě  $20 \pm 1^\circ\text{C}$  a zatíží se těžítkem. Výška vodní hladiny musí být 50 mm. Po uplynutí  $60 \pm 1$  min se vzorech z nádoby vyjme a ponechá ve vertikální poloze po dobu  $300 \pm 3$  s, aby okapala přebytečná voda. Zkouška proběhla při  $25^\circ\text{C}$  a 60% vlhkosti vzduchu.

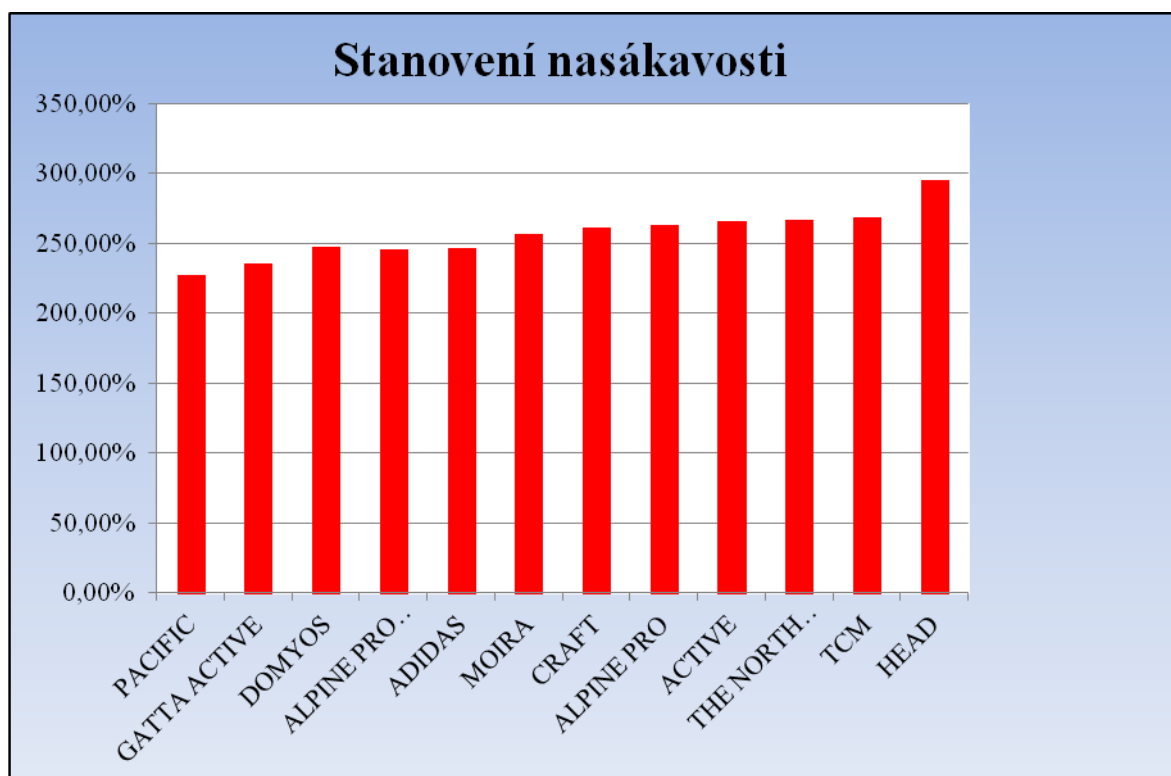
#### Nasákavost vzorků se vypočítá podle vzorce

$$N = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 100 \quad (\%)$$

kde N je nasákavost vzorku v %

$m_0$  hmotnost klimatizovaného vzorku v g

$m_1$  hmotnost mokrého vzorku po okapání v g



Obr. č. 51 Savost plošných textilií – stanovení nasákavosti

Tento obrázek č. 51 zobrazuje savost plošných textilií – stanovení nasákavosti. Z grafu vyplývá, že nejvíce nasákavým dresem je dres HEAD (92% polyester, 8% spandex), který se nejvíce přiblížil hodnotě 300%. Na dalších 6 místech jsou hodnoty velmi podobné a to nad 250%. Naopak nejméně nasákavý je dres PACIFIC (100% bavlna) a dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan).

## 16 ZJIŠŤOVÁNÍ PRODYŠNOSTI VZDUCHU PŘÍSTROJEM FX 3300

Prodyšnost vzduchu byla měřena za sucha i za vlhka po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu. Měření na přístroji FX 3300 probíhala vždy po co nejkratší dobu, aby se vzorek případně během měření nevysušil. Přestože jsem si byl vědom možnosti vysoušení, byl experiment proveden, jelikož nebyl časově náročný. Výsledky měření za vlhka po běžeckém tréninku a za vlhka po simulaci potního impulsu jsou uvedeny v příloze č. 5.



Obr. č. 52 Propustnost textilií pro vzduch za sucha u sportovních dresů.

Obrázek č. 52 vykresluje porovnání propustnosti u jednotlivých sportovních dresů. Nejméně propustný je dres na tělo GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan). Naopak nejvíce propustný je dres MOIRA (100% fyzikálně modifikovaný polypropylen) a ACTIVE (50% bavlna, 50% polyester).



## 17 VYHODNOCENÍ DOTAZNÍKŮ

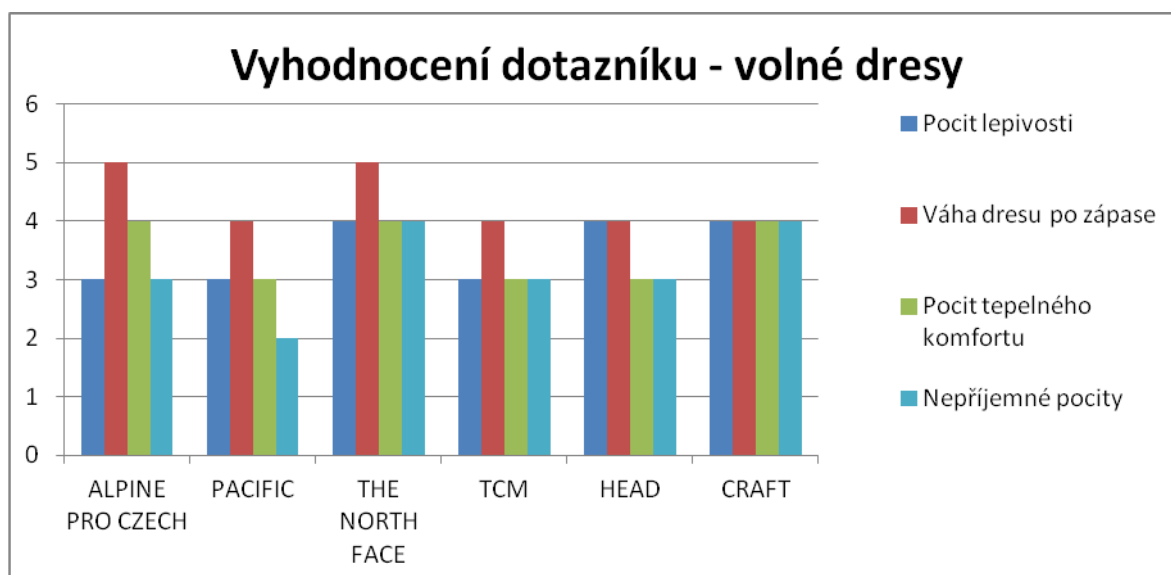
Výzkum probíhal pomocí dotazníků. Bylo vyplněno 12 dotazníků. Dotazník byl sestaven tak, aby získané informace vypovídaly o komfortu sportovních dresů a jeho vnímání samotným uživatelem. Rovněž sloužil k získání připomínek a subjektivních názorů uživatele používajícího sportovní dresy. Grafické znázornění na všechny odpovědi lze nalézt v následujících obrázcích č. 53 a 55

Otázky:

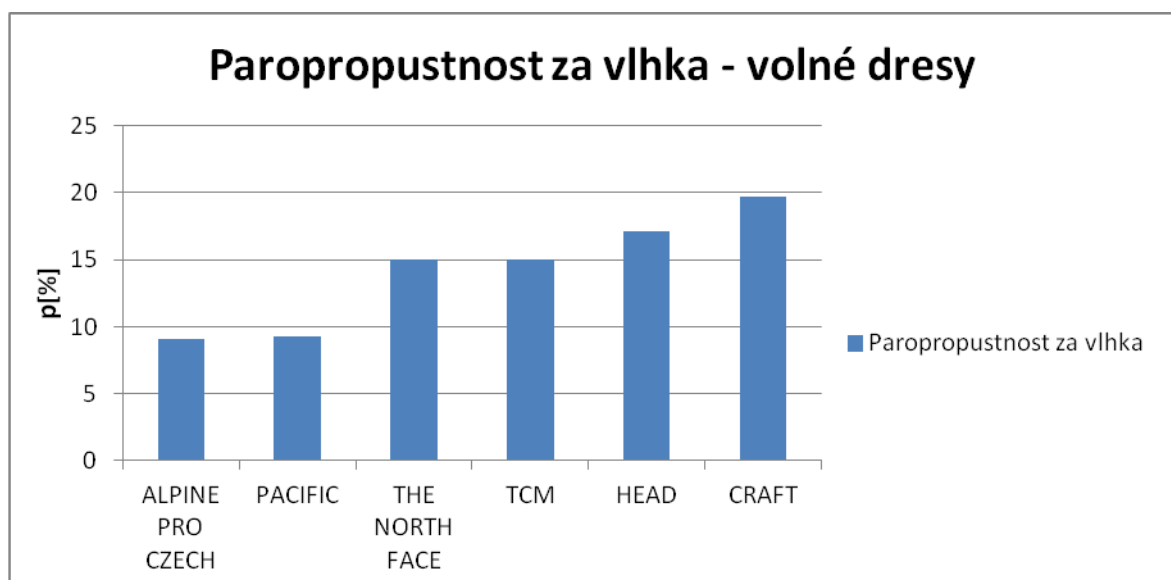
Stupnice 1 až 5, kdy 1 je nejhorší a 5 nejlepší.

Měl jste pocit lepivosti v důsledku potu v průběhu běžeckého tréninku?	1	2	3	4	5
Zdál se vám dres těžký po skončení běžeckého tréninku?	1	2	3	4	5
Vyjádřete pocit tepelného komfortu?	1	2	3	4	5
Vykazoval dres po zpocení nepříjemné pocity?	1	2	3	4	5

Z následujících Obrázků č. 53 a 55 je patrné, že u samotného uživatele vykazovaly lepší výsledky komfortu při běžeckém tréninku dresy na tělo.

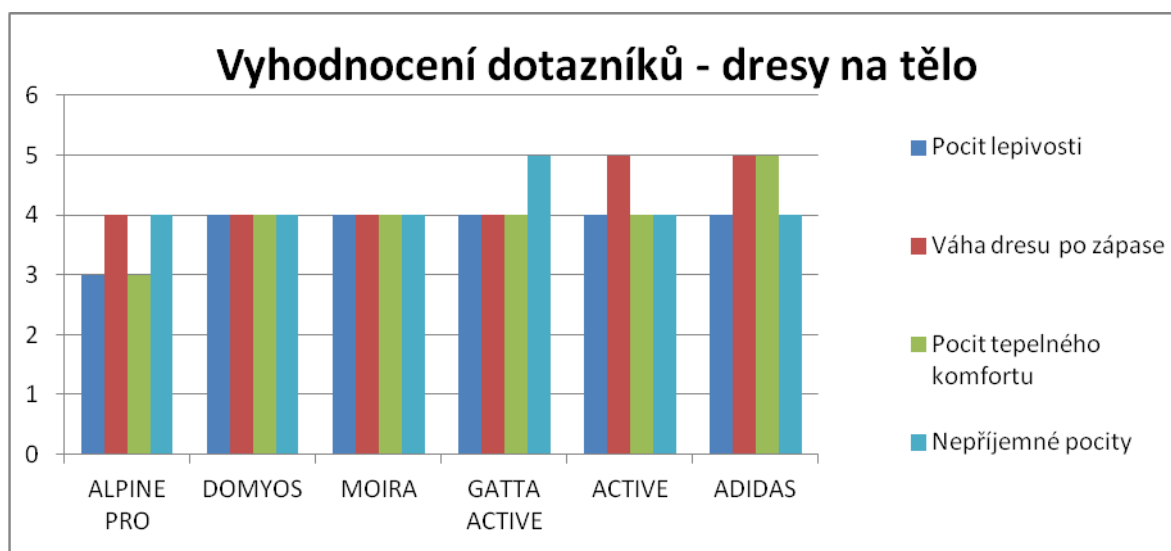


Obr. č. 53 Vyhodnocení dotazníků – volné dresy po běžeckém tréninku

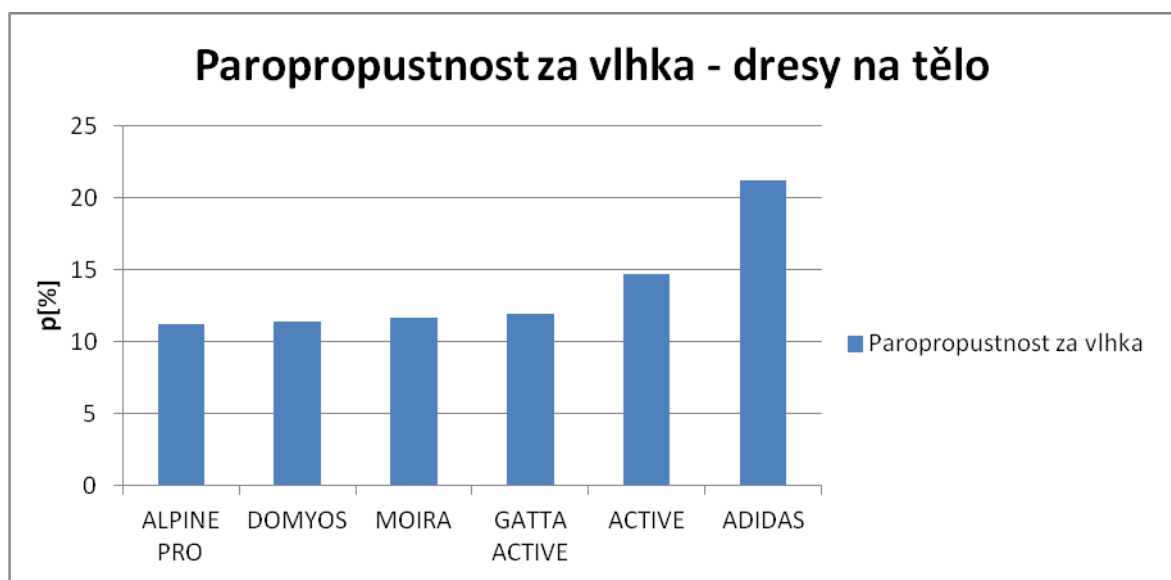


Obr. č. 54 Paropropustnost za vlhka po běžeckém tréninku u volných dresů

Následující obrázky č. 53 a 54 znázorňují porovnání subjektivních pocitů uživatele s výsledky paropropustnosti za vlhka u volných dresů. Jak je vidět z porovnání těchto dvou grafů, výsledky hodnocení uživatele koresponduje s výsledky paropropustnosti po běžeckém tréninku.



Obr. č. 55 Vyhodnocení dotazníků – dresy na tělo po běžeckém tréninku



Obr. č. 56 Paropropustnost za vlhka po běžeckém tréninku u dresů na tělo

Následující obrázky č. 55 a 56 znázorňují porovnání subjektivních pocitů uživatele s výsledky paropropustnosti za vlhka u dresů na tělo. Jak je vidět z porovnání těchto dvou grafů, výsledky hodnocení uživatelem koresponduje s výsledky paropropustnosti po běžeckém tréninku. Z dresů na tělo dopadl nejhůře v hodnocení sportovcem dres ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a nejlépe ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan), ostatní dresy vykazovali velmi podobné výsledky.

## 18 NÁVRH INDEXU KOMFORTU ZA VLHKA

Byl zaveden nový součinitel pro efektivní tepelný komfort nazván index komfortu za vlhka.

Všechny použité hodnoty při výpočtu indexu komfortu za vlhka jsou relativní hodnoty a jsou v souměřitelné škále.

Tento index je dán vztahem:

$$I_{kv} = \frac{\text{Efektivní relativní paropropustnost} \cdot \text{Tepelný odpor (za vlhka)}}{\text{Relativní paropropustnost} \cdot \text{Tepelný odpor (za sucha)}}$$

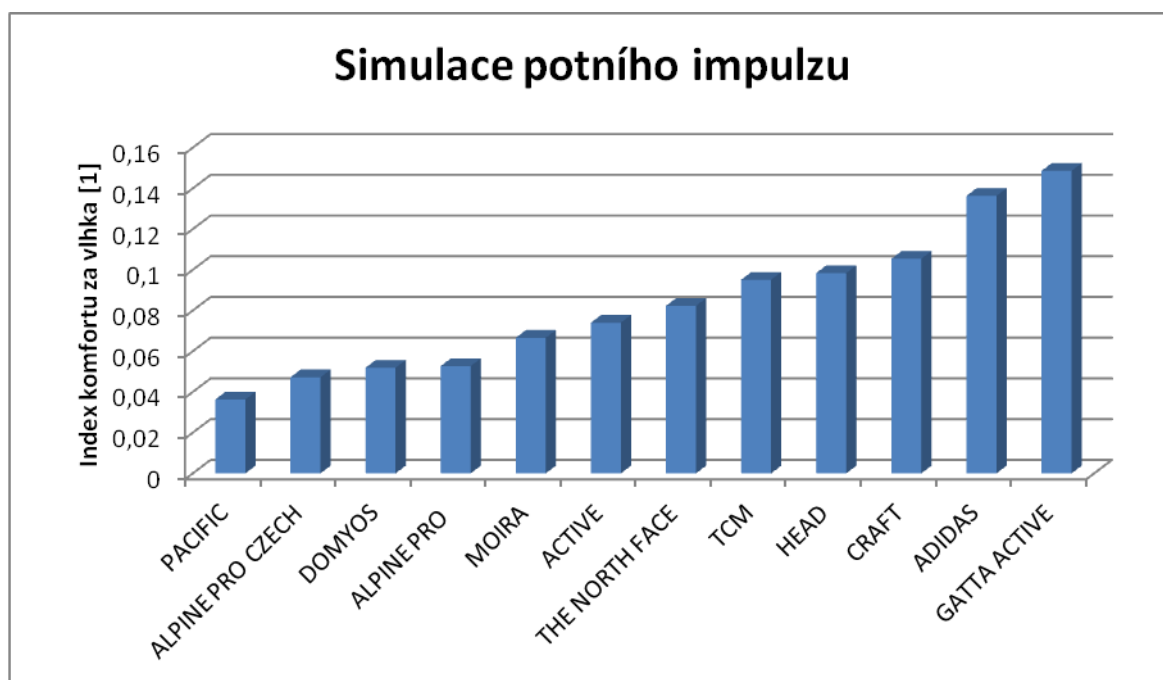
Index komfortu za vlhka sportovních dresů zahrnuje vliv pocení na tepelný odpor a paropropustnost.

Index tepelného komfortu za sucha se rovná 1 a s přibývajícím vlhkostí hodnota klesá. Čím více se tato hodnota blíží 1, tím vyšší tepelný komfort sledovaný dres za vlhka poskytuje.



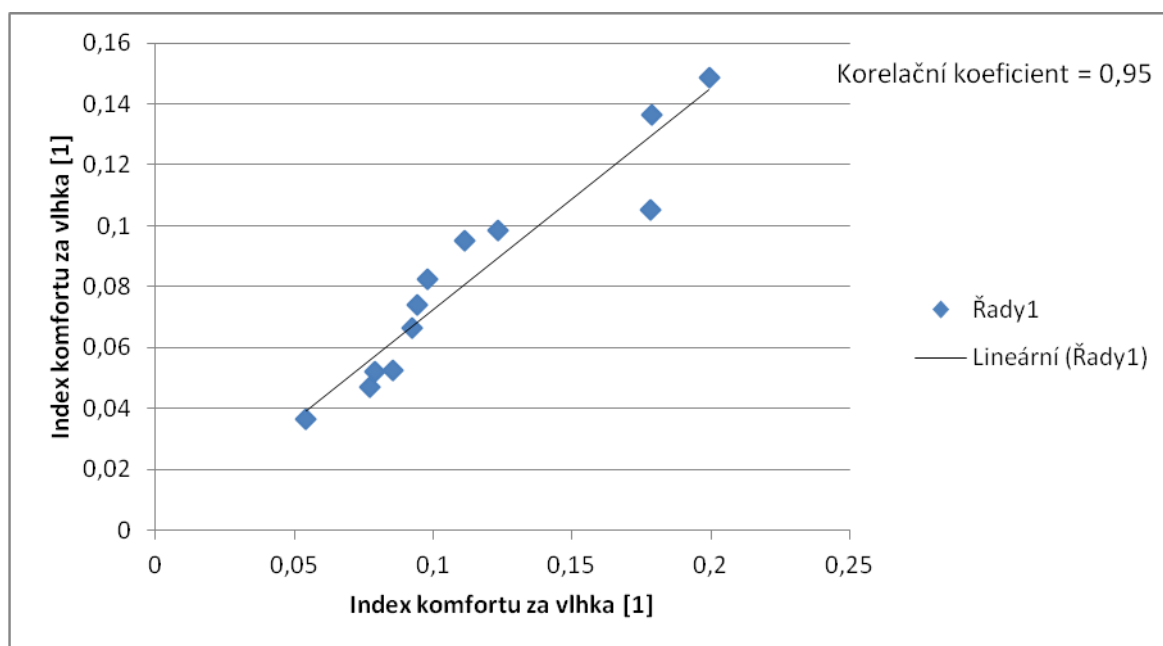
Obr. č. 57 Index komfortu za vlhka po běžecém tréninku (při různých úrovních zavlhčení)

Následující obrázek č. 57 zobrazuje, jaký dres dosahuje nejlepšího komfortu po běžecém tréninku z hlediska indexu tepelného komfortu. Nejlépe dopadl dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) následovaný dresem CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan). Naopak nejhůře dopadl dres PACIFIC (100% bavlna), dále poté dvojice dresů Alpine, a to konkrétně ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry)



Obr. č. 58 Index komfortu za vlhka po simulaci potního impulsu

Následující obrázek č. 58 zobrazuje dresy srovnané od nejhoršího po nejlepší z hlediska indexu tepelného komfortu při simulaci potního impulsu. Nejlepšího výsledku dosáhl dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan), následuje s již větším odstupem dres CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Naopak nejhoršího výsledku dosáhl dres PACIFIC (100% bavlna), ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).



Obr. č. 59 Porovnání indexu komfortu za vlhka po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu

Byl testován lineární model  $y = \beta_1 x + \beta_0$ , přičemž  $x$  je paropropustnost po běžeckém tréninku a  $y$  je paropropustnost po simulaci potního impulsu. Testuji nulové hypotézy  $H_0 : \beta_0 = 0$ ,  $H_0 : \beta_1 = 1$  vs. alternativní hypotézy  $H_1 : \beta_0 \neq 0$ ,  $H_1 : \beta_1 \neq 1$  na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Pokud budou přijaty hypotézy  $H_0$  bude se moci předpokládat, že výsledky simulace potního impulsu jsou v souladu s výsledky získanými z běžeckého tréninku.

Z obrázku č. 59 je patrné, že při porovnání indexu tepelného komfortu po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu jsou data velmi silně závislá (korelační koeficient = 0,95). Korelace ukazuje, že dresy byly během běžeckého tréninku dostatečně zvlhčeny potem a díky tomu jsou výsledky měření velmi podobné těm při simulaci potního impulsu. Pokud by bylo místo 0,5ml vody nanášeno 0,3 ml, zvýšila by se hodnota paropropustnosti a tepelného odporu a výsledky simulace potního impulsu by byli ještě více podobné výsledkům běžeckého tréninku.

Pro porovnání těchto průběhů vyšel koeficient  $\beta_1 = 0,72$  a průsečík  $\beta_0 = 0,00$ . Odhady regresních koeficientů  $\beta_0$  je statisticky nevýznamný a  $\beta_1$  je statisticky významný na hladině  $\alpha = 0,05$ . Intervalový odhad u  $\beta_1$  nepokrývá 1.

## ZÁVĚR

Tepelný komfort je u sportovních dresů jedna z nejdůležitějších vlastností. Teoretická část práce se proto věnuje stručnému přehledu poznatků o komfortu textilií a způsobu jeho hodnocení.

Cílem této diplomové práce bylo proměřit a vyhodnotit relativní paropropustnost u 12 sportovních dresů v podmínkách běžeckého tréninku při konstantních definovaných klimatických podmínkách a porovnat s výsledky měření za běžných podmínek za sucha a následně i porovnat s výsledky měření po simulaci potního impulsu. Poté přístrojem Alambeta proměřit tepelný odpor, tepelnou jímavost, tepelnou vodivost za vlhka i za sucha a opět porovnat výsledky. Každý z 12 sportovních dresů měl jiné materiálové složení. Měření byla prováděna na přístrojích Permetest a Alambeta za sucha, po běžeckém tréninku a při simulaci potního impulsu.

Pro měření sportovních dresů po běžeckém tréninku byla vybrána zádová oblast, jelikož je to dostatečně velká plocha, aby se vlhkost rovnoměrně rozvedla mimo oblast velkých potních žláz, které jsou v okolí páteře umístěny a způsobují vysoké zavlhčení sportovního dresu.

K vyhodnocení celkového termofyziologického komfortu textilií byl navržen index komfortu za vlhka, na jehož základě byly jednotlivé sportovní dresy vyhodnoceny. Nejlepších výsledků po běžeckém tréninku dosáhl dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan), s malým odstupem za tímto dresem se umístily s velmi podobnými hodnotami dresy CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester) a ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan), za kterými byl propad ostatních dresů již poměrně značný. Naopak nejhoršího výsledku dosáhl dres PACIFIC (100% bavlna), dále poté dvojice dresů Alpine, konkrétně ALPINE PRO (55% micro nylon, 40% micro polyester, 5% spandex) a ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry). Po simulaci potního impulsu dosáhl nejlepšího výsledku rovněž dres GATTA ACTIVE (56% polyamid, 39% polypropylen, 5% elastan) následován dresy ADIDAS (79% polyester, 12% polyamid, 9% elastan) a CRAFT (100% chemicky modifikovaný polyester). Naopak nejhoršího výsledku dosáhl opět dres PACIFIC (100% bavlna), dále



poté dres ALPINE PRO CZECH (54% polyester, 46% polyester Cooldry) a DOMYOS (62% polyester, 32% polyamid, 6% elastan).

Jedním z přínosů práce je porovnání metody simulace potního impulzu s běžeckým tréninkem, kde ve většině případů spolu naměřené hodnoty velmi dobře korelují. Bylo by vhodné snížit zavlhčení u simulace potního impulzu na 0,35 ml. Všechny tyto záležitosti jsou teoreticky velmi složité, tato práce je prvním přiblížením k vyřešení popsaného problému.

Také bylo zjišťováno, jak byl spokojen běžec s dresy během běžeckého tréninku a to pomocí dotazníku, který byl následně vyhodnocen a graficky porovnán s výsledky měření relativní paropropustnosti na přístroji Permetest. Zde výsledky měření přibližně korespondovaly s pocity běžce.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Hes L., Sluka P.: Úvod do komfortu textilií, Technická univerzita v Liberci, 2005, ISBN 80-7083-926-0
- [2] Staněk, J.: Textilní zbožíznalství, Vláknenné suroviny, příze a nitě, Technická univerzita v Liberci, 2006, ISBN 80-7372-147-3
- [3] Trojan, S.: Tělověda, Grada Publishing, 1997, ISBN 80-7169-543-2
- [4] L. Hes, L., Boguslawska- Baczek M.: Thermal Comfort of Bedsheets under Real Conditions of the Use, odesláno k publikaci v Journal of Natural Fibres
- [5] Hes, L.: Thermal comfort properties of textile fabrics in wet state. Izmir international textile and apparel symposium, Cesme (Turkey) 2010
- [6] Hes, L; Lizak, P.: Thermal comfort of biking dresses at real conditions of their use. Fiber society textile conference, St. Gallen, May 2012 , p. 39-40
- [7] Bavlna, [cit. 16. 3. 2013]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.opvk.eu/LinkClick.aspx?fileticket...tabid=5541>
- [8] Polypropylen, [cit. 16. 3. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.texnetis.com/synteticke-textilni-materialy.htm>
- [9] Polyester, [cit. 17. 3. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.gina.cz/shop/common/pagedetail.aspx?pagecode=polyester>
- [10] Elastan(Spandex), [cit. 17. 3. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.aptega.cz/poradna/clanky/elastan-lycra- nebo-spandex/>
- [11] Moira, [cit. 17. 3. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.outdoor-termopradlo.cz/clanky/vse-o-vlaknu-moira/>
- [12] Permetest, [cit. 18. 12. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.sensora.eu/permetest.html>
- [13] Militký, J.: Textilní vlákna, Technická univerzita v Liberci, 2002, ISBN 80-7083-644-X
- [14] Killar, J.: Komfort fotbalového dresu a jeho využití při marketingu. Bakalářská práce, TUL-FT, 2007
- [15] Cooldry, [cit. 25. 11. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.klimatex.eu/cooldry/t-225/>
- [16] FX 3300, [cit. 22. 12. 2013.]. Dostupné na World Wide Web: [http://www.bstnc.co.kr/product/3300-III\\_leaflet\\_en.pdf](http://www.bstnc.co.kr/product/3300-III_leaflet_en.pdf)
- [17] Kříž, M.: Studium ochlazování nositele oděvu odparem z vnější vlhké textilie, Diplomová práce. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2007

## SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

- Obr. č. 1 - Termoregulační systém lidského těla
- Obr. č. 2 - Schéma odparu z pokožky přes textilií
- Obr. č. 3 - Druhy textilních vláken
- Obr. č. 4 - ALAMBETA
- Obr. č. 5 – Princip přístroje ALAMBETA
- Obr. č. 6 – PERMETEST
- Obr. č. 7 – Schéma přístroje Permetest
- Obr. č. 8 – DOMYOS
- Obr. č. 9 – HEAD
- Obr. č. 10 – CRAFT
- Obr. č. 11 – PACIFIK
- Obr. č. 12 – TCM
- Obr. č. 13 – ALPINE PRO CZECH
- Obr. č. 14 – GATTA ACTIVE
- Obr. č. 15 – MOIRA
- Obr. č. 16 – THE NORTH FACE
- Obr. č. 17 – ACTIVE
- Obr. č. 18 – ADIDAS
- Obr. č. 19 – ALPINE PRO
- Obr. č. 20 - Porovnání relativní paropropustnosti dresů za sucha (červené sloupce) a relativní efektivní paropropustnosti za vlhka (modré sloupce)
- Obr. č. 21 – Paropropustnost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku
- Obr. č. 22 – Paropropustnost dresů za vlhka po simulaci potního impulzu
- Obr. č. 23 – Celková relativní paropropustnost (chladicí tok) vlhkých dresů, sestávající z efektivní relativní paropropustnosti (modré sloupce) + relativního chladicího toku z povrchu vlhkých dresů (červené sloupce)
- Obr. č. 24 – Výparný odpor suchých dresů.
- Obr. č. 25 – Porovnání paropropustnosti dresů při běžeckém tréninku a při simulaci potního impulzu

- Obr. č. 26 – Porovnání paropropustnosti po běžeckém tréninku a paropropustnosti po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 27 – Tepelný odpor dresů za běžných podmínek (v suchém stavu)
- Obr. č. 28 – Tepelná jímavost dresů za běžných podmínek (v suchém stavu)
- Obr. č. 29 – Tepelná vodivost dresů za běžných podmínek (v suchého stavu)
- Obr. č. 30 – Tepelný odpor dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku
- Obr. č. 31 – Tepelná jímavost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku
- Obr. č. 32 – Tepelná vodivost dresů při různých úrovních dosažené vlhkosti po běžeckém tréninku
- Obr. č. 33 - Tepelný odpor dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 34 - Tepelná jímavost dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 35 - Tepelná vodivost dresů ve vlhkém stavu po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 36 - Porovnání tepelné jímavosti za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka
- Obr. č. 37 - Porovnání tepelného odporu za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka.
- Obr. č. 38 - Porovnání tepelné vodivosti za sucha a po běžeckém tréninku za vlhka.
- Obr. č. 39 - Porovnání tepelné jímavosti jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 40 - Porovnání tepelné jímavosti po běžeckém tréninku a tepelné jímavosti po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 41 - Porovnání tepelného odporu jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 42 - Porovnání tepelného odporu po běžeckém tréninku a tepelného odporu po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 43 - Porovnání tepelné vodivosti jednotlivých dresů po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 44 - Porovnání tepelné vodivosti po běžeckém tréninku a tepelné vodivosti po simulaci potního impulsu
- Obr. č. 45 - Porovnání tepelného odporu dresů při pohybu a při simulaci sezení
- Obr. č. 46 - Porovnání tepelné vodivosti dresů při pohybu a při simulaci sezení
- Obr. č. 47 - Porovnání tepelné jímavosti dresů při pohybu a při simulaci sezení
- Obr. č. 48 - Vliv vlhkostního přívažku na tepelnou jímavost.

- Obr. č. 49 - Tepelná jímavost dresů při 5% zavlhčení
- Obr. č. 50 - Relativní vlhkostní přivažek dresů
- Obr. č. 51 - Savost plošných textilií – stanovení nasákavosti
- Obr. č. 52 - Propustnost textilií pro vzduch za sucha u sportovních dresů.
- Obr. č. 53 - Vyhodnocení dotazníků – volné dresy po běžeckém tréninku
- Obr. č. 54 - Paropropustnost za vlhka po běžeckém tréninku u volných dresů
- Obr. č. 55 - Vyhodnocení dotazníků – dresy na tělo po běžeckém tréninku
- Obr. č. 56 - Paropropustnost za vlhka po běžeckém tréninku u dresů na tělo
- Obr. č. 57 - Index komfortu za vlhka po běžeckém tréninku (při různých úrovních zavlhčení)
- Obr. č. 58 - Index komfortu za vlhka po simulaci potního impulzu
- Obr. č. 59 - Porovnání indexu komfortu za vlhka po běžeckém tréninku a po simulaci potního impulzu
- Obr. č. 60 - DOMYOS
- Obr. č. 61 - HEAD
- Obr. č. 62 - CRAFT
- Obr. č. 63 - PACIFIC
- Obr. č. 64 - TCM
- Obr. č. 65 - ALPINE PRO CZECH
- Obr. č. 66 - GATTA ACTIVE
- Obr. č. 67 - MOIRA
- Obr. č. 68 - THE NORTH FACE
- Obr. č. 69 - ACTIVE
- Obr. č. 70 - ADIDAS
- Obr. č. 71 - ALPINE PRO
- Obr. č. 72 - Propustnost textilií pro vzduch za vlhka
- Obr. č. 73 - Propustnost textilií pro vzduch - simulace potního impulzu

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1 - Výsledky měření na přístroji Permetest

Příloha 2 - Výsledky měření na přístroji Alambeta

Příloha 3 - Výsledky měření na přístroji Alambeta – simulace sezení (1000 Pa)

Příloha 4 - Struktura sportovních dresů zobrazena pod mikroskopem

Příloha 5 – Prodyšnost za vlhka a prodyšnost simulace potního impulzu

Tabulka č. 2 Měření na přístroji Permetest – běžecký trénink

<b>Dresy</b>	<b>Relativní paropropustnost (%)</b>	<b>Výparný odpor Ret [ Pa.m<sup>2</sup>.W<sup>1</sup> ]</b>	<b>Hmotnost dresu (g)</b>
DOMYOS	11,4	2,1	202,74
HEAD	17,1	2,7	230,34
CRAFT	19,7	3,4	170,40
PACIFIC	9,3	1,3	223,53
TCM	15	2,4	213,01
ALPINE PRO CZECH	9,1	0,9	189,91
GATTA ACTIVE	11,9	1,4	211,06
MOIRA	11,7	1,8	110,70
THE NORTH FACE	15	1,8	145,79
ACTIVE	14,7	2,0	170,01
ADIDAS	21,2	4,1	188,21
ALPINE PRO	11,2	2,4	228,60

Tabulka č. 3 Měření na přístroji Permetest v suchém stavu

<b>Dresy</b>	<b>Relativní paropropustnost (%)</b>	<b>Výparný odpor Ret [ Pa.m<sup>2</sup>.W<sup>1</sup> ]</b>	<b>Hmotnost dresu (g)</b>
DOMYOS	65,1	3,7	182,41
HEAD	70,4	2,9	219,10
CRAFT	63,2	4,0	159,60
PACIFIC	63,7	3,9	202,61
TCM	62,0	4,3	192,13
ALPINE PRO CZECH	76,1	2,2	173,36
GATTA ACTIVE	56,5	5,4	202,63
MOIRA	66,6	3,5	94,67
THE NORTH FACE	75,9	2,3	126,61
ACTIVE	61,6	4,5	155,13
ADIDAS	65,4	3,8	169,84
ALPINE PRO	62,8	4,2	214,04

Tabulka č. 4 Měření na přístroji Permetest – simulace potního impulzu

<b>Dresy</b>	<b>Relativní paropropustnost (%)</b>	<b>Výparný odpor Ret [ Pa.m<sup>2</sup>.W<sup>1</sup> ]</b>	<b>Hmotnost dresu (g)</b>
<b>DOMYOS</b>	<b>9,2</b>	<b>0,8</b>	<b>182,41</b>
<b>HEAD</b>	<b>21,1</b>	<b>2,4</b>	<b>219,10</b>
<b>CRAFT</b>	<b>21</b>	<b>3,1</b>	<b>159,60</b>
<b>PACIFIC</b>	<b>7,2</b>	<b>0,8</b>	<b>202,61</b>
<b>TCM</b>	<b>16,2</b>	<b>2,2</b>	<b>192,13</b>
<b>ALPINE PRO CZECH</b>	<b>10,3</b>	<b>0,9</b>	<b>173,36</b>
<b>GATTA ACTIVE</b>	<b>13,4</b>	<b>1,4</b>	<b>202,63</b>
<b>MOIRA</b>	<b>12,6</b>	<b>1,8</b>	<b>94,67</b>
<b>THE NORTH FACE</b>	<b>13,8</b>	<b>1,5</b>	<b>126,61</b>
<b>ACTIVE</b>	<b>12,9</b>	<b>1,7</b>	<b>155,13</b>
<b>ADIDAS</b>	<b>17,1</b>	<b>2,2</b>	<b>169,84</b>
<b>ALPINE PRO</b>	<b>11,5</b>	<b>1,5</b>	<b>214,04</b>



Tabulka č. 5 Měření na přístroji Alamabeta v suchém stavu

Materiály	Tepelná vodivost $\lambda$ [W.m-2s. 1/2.K-1]		Tepelná jímavost $b$ [W.s1/2.m-2.K-1]		Tepelný odpor $r$ [m2.mk/W]		Tloušťka $h$ [mm]		Počet měření	Hmotnost $m$ [g]
		CV [%]		CV [%]		CV [%]		CV [%]		
Domyos	50,1	6,9	127	12,4	25,6	44,2	1,26	36,9	4	182,41
HEAD	51,1	1	100	3,1	19,5	0,9	1	0,8	4	219,10
CRAFT	38,8	1,1	74,3	6,4	31,2	2,3	1,21	2,3	4	159,60
PACIFIC	59,9	2,4	159	3,9	14,3	1,9	0,86	3,9	4	202,61
TCM	51,5	0,8	131	3,7	19,5	7,3	1	7,6	4	192,13
ALPINEPRO CZECH	48	0,9	127	2,6	13,2	2,7	0,63	2,8	4	173,36
GATTA ACTIVE	59,2	3,6	185	1,8	15	8,7	0,89	4,9	4	202,63
MOIRA	43,4	2,2	83,7	2	29,8	2,3	1,28	0,9	4	94,67
THE NORTH FACE	45	1,3	116	2,3	12,6	1	0,57	1,9	4	126,61
ACTIVE	47,6	2,8	108	4,3	21,5	3,6	1,02	5,2	4	155,13
ADIDAS	52,7	2,1	111	4,5	21,1	1,6	1,11	2,3	4	169,84
ALPINE PRO	49,9	10,4	128	19	26,4	29,3	1,29	18,4	4	214,04

Tabulka č. 6 Měření na přístroji Alambeta - běžecký trénink

Materiály	Tepelná vodivost $\lambda$ [W.m <sup>-2</sup> s <sup>1/2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	CV [%]	Tepelná jímavost $b$ [W.s <sup>1/2</sup> .m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	CV [%]	Tepelný odpor $r$ [m <sup>2</sup> .mK/W]	CV [%]	Tloušťka $h$ [mm]	CV [%]	Počet měření	Hmotnost $m$ [g]
Domyos	92,2	13,6	260	36,2	14,3	58,8	1,42	41,5	4	202,74
HEAD	108	35,9	300	16,8	7,4	28,1	0,98	2,1	4	221,50
CRAFT	59,3	10,7	101	10,6	17,9	7,7	1,06	4,7	4	165,01
PACIFIC	128	1,4	390	12,7	5,3	2,2	0,67	2,1	4	220,12
TCM	107	0,7	290	11,1	7,6	2,5	0,81	2,4	4	208,80
ALPINEPRO CZECH	71	20,2	175	32,6	8,7	18,6	0,60	1,1	4	185,30
GATTA ACTIVE	76,1	14,4	227	32,8	14,2	13,8	1,06	8,8	4	214,88
MOIRA	91,4	2,8	204	12,1	14,5	3,9	1,32	2,7	4	106,24
THE NORTH FACE	86,4	0,9	264	12,9	7,1	0,3	0,62	1,1	4	139,13
ACTIVE	82,5	9,3	170	30,6	11,1	8,5	0,91	1,4	4	164,80
ADIDAS	95,3	20,3	259	45,2	11,6	25,5	1,06	7,2	4	184,76
ALPINE PRO	92	2,6	156	5,1	11,4	6,6	1,09	6,6	4	222,95

Tabulka č. 7 Měření na přístroji Alambeta – simulace potního impulsu

Materiály	Tepelná vodivost $\lambda$ [W.m-2s 1/2.K-1]	CV [%]	Tepelná jímavost $b$ [W.s1/2.m-2.K-1]	CV [%]	Tepelný odpor $r$ [m2.mKW]	CV [%]	Tloušťka $h$ [mm]	CV [%]	Počet měření	Hmotnost $m$ [g]
Domyos	132	1,7	457	45,3	9,4	3,2	1,24	1,6	4	182,41
HEAD	152	0,8	504	19,8	6,4	0,5	0,97	1,2	4	219,10
CRAFT	115	3,3	369	40,5	9,9	5,4	1,13	3,1	4	159,60
PACIFIC	157	4,8	569	20,2	4,6	6,2	0,73	1,8	4	202,61
TCM	126	1,6	405	18,3	7,1	1,6	0,89	2,7	4	192,13
ALPINEPRO CZECH	121	1,2	478	15,9	4,6	1,4	0,56	1,0	4	173,36
GATTA ACTIVE	128	1,3	415	45,3	9,4	3,2	1,24	1,6	4	202,63
MOIRA	120	1,2	317	24,1	10,5	1,8	1,26	1,3	4	94,67
THE NORTH FACE	114	2,3	441	21	5,7	1,3	0,65	1,5	4	126,61
ACTIVE	126	2,4	434	22,1	7,6	3,6	0,96	1,8	4	155,13
ADIDAS	94,4	1	254	19,8	11	2,1	1,04	1,2	4	169,84
ALPINE PRO	129	2,6	374	22,3	7,6	4,9	0,98	2,6	4	214,04

Tabulka č. 8 Měření na přístroji Alambeta za sucha – simulace sezení (1000 Pa)

Materiály	Tepelná vodivost $\lambda$ [W.m-2s 1/2.K-1]		Tepelná jímavost $b$ [W.s1/2.m-2.K-1]		Tepelný odpor $r$ [m2.mK/W]		Tloušťka $h$ [mm]		Počet měření	Hmotnost $m$ [g]
		CV [%]		CV [%]		CV [%]		CV [%]		
<b>DOMYOS</b>	<b>54,9</b>	1,8	<b>135</b>	4,5	<b>22,3</b>	9,8	<b>1,22</b>	7,9	4	182,41
<b>HEAD</b>	<b>77,4</b>	8,4	<b>108</b>	20,2	<b>16,3</b>	38	<b>1,19</b>	28,7	4	219,10
<b>CRAFT</b>	<b>67,2</b>	3,8	<b>78,6</b>	7,8	<b>23,8</b>	23,2	<b>1,02</b>	19,2	4	159,60
<b>PACIFIC</b>	<b>74,1</b>	22,8	<b>188</b>	26,6	<b>12,4</b>	65,8	<b>0,82</b>	32,8	4	202,61
<b>TCM</b>	<b>57</b>	1,5	<b>150</b>	4,4	<b>14,2</b>	6,9	<b>0,81</b>	7,9	4	192,13
<b>GATTA ACTIVE</b>	<b>64,1</b>	2,6	<b>203</b>	5,6	<b>10,6</b>	5,2	<b>0,76</b>	4,1	4	202,63

## **DOMYOS**



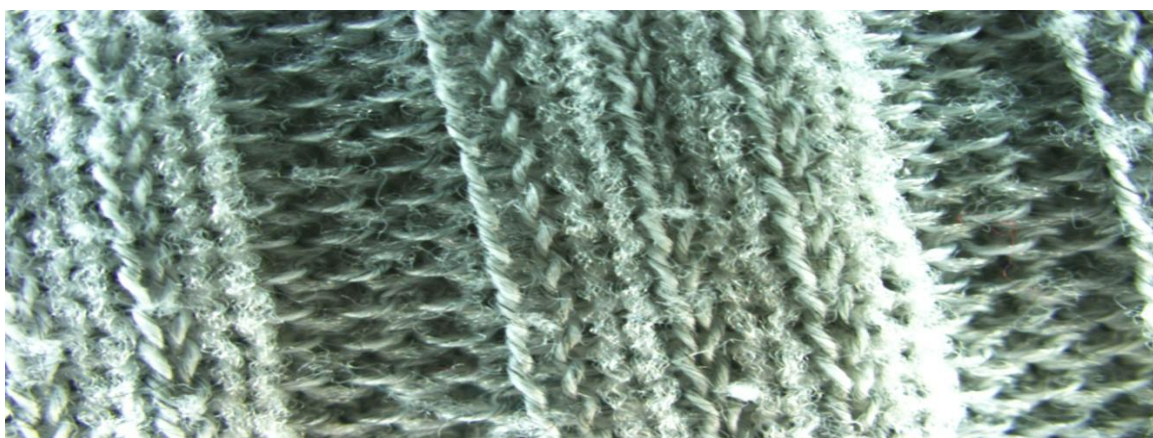
*Obr. č. 60 Domyos*

## **HEAD**



*Obr. č. 61 HEAD*

## **CRAFT**



*Obr. č. 62 CRAFT*



### **PACIFIK**



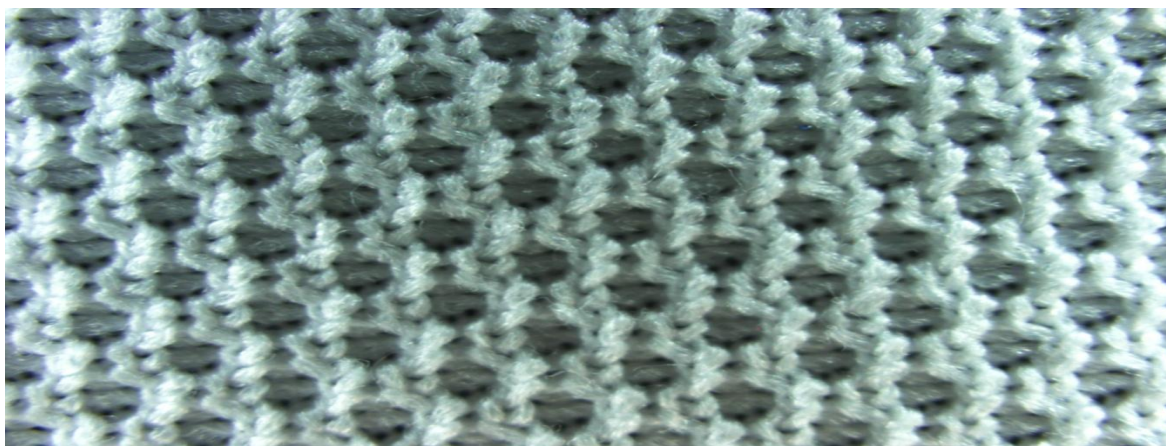
*Obr. č. 63 PACIFIC*

### **TCM**



*Obr. č. 64 TCM*

### **ALPINE PRO CZECH**



*Obr. č. 65 ALPINE PRO CZECH*

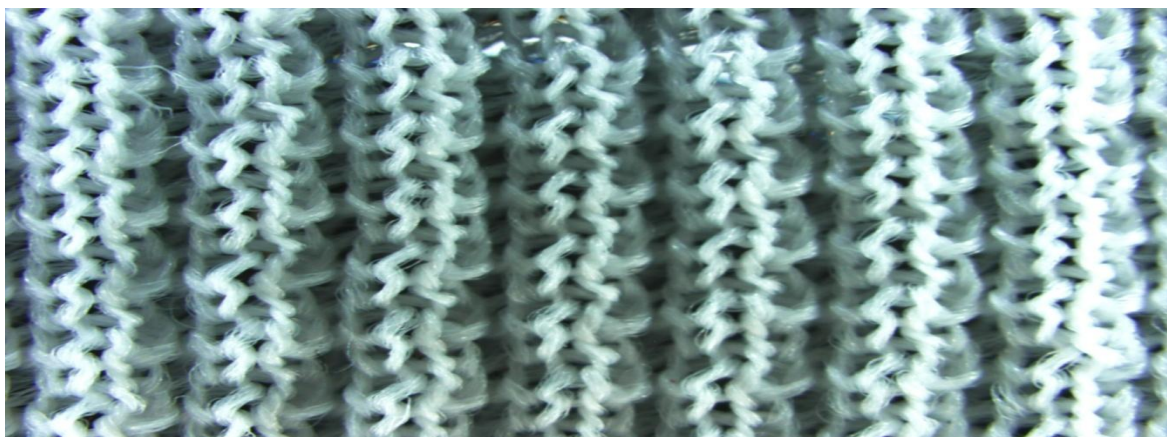


### **GATTA ACTIVE**



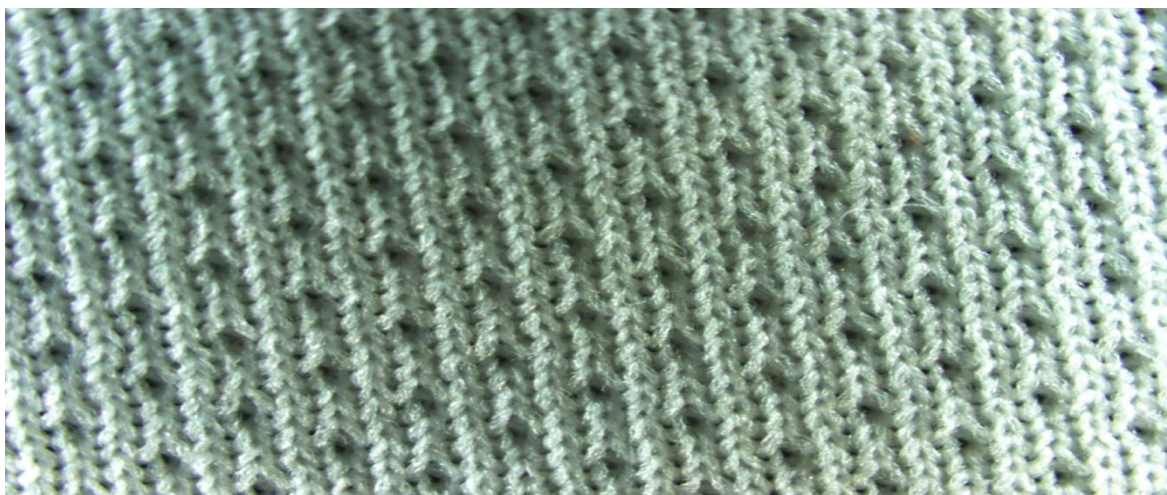
*Obr. č. 66 GATTA ACTIVE*

### **MOIRA**



*Obr. č. 67 MOIRA*

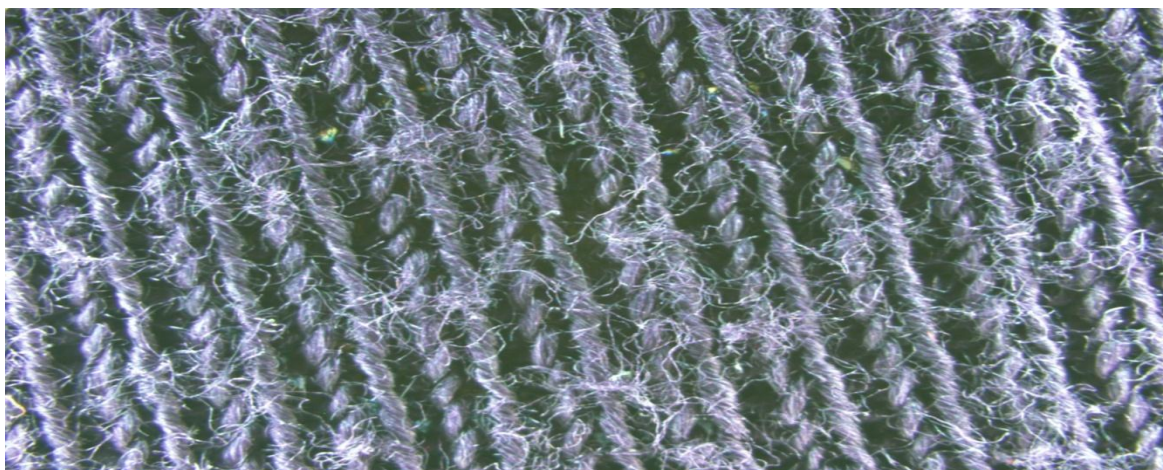
### **THE NORTH FACE**



*Obr. č. 68 THE NORTH FACE*

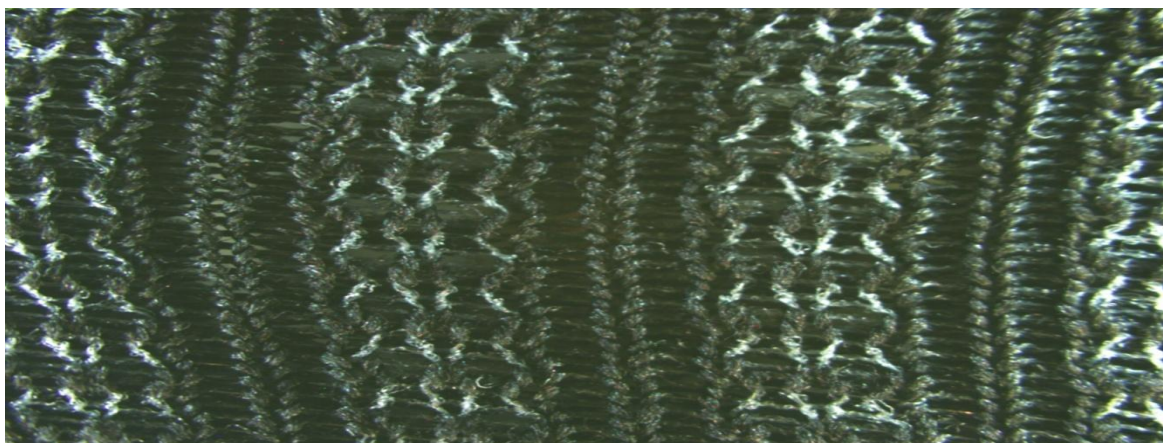


## **ACTIVE**



*Obr. č. 69 ACTIVE*

## **ADIDAS**



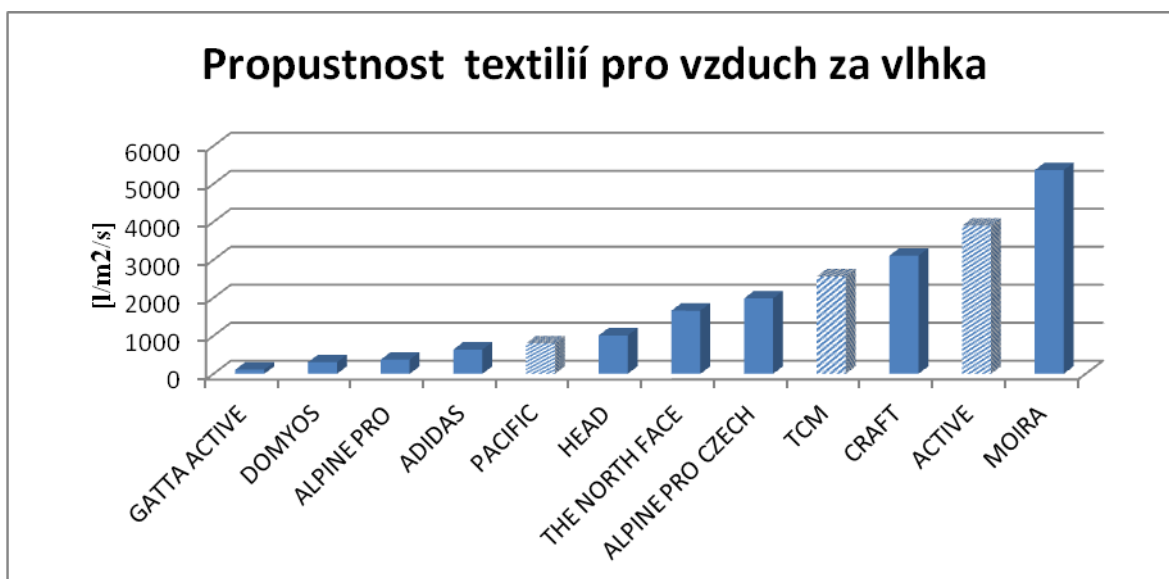
*Obr. č. 70 ADIDAS*

## **ALPINE PRO**

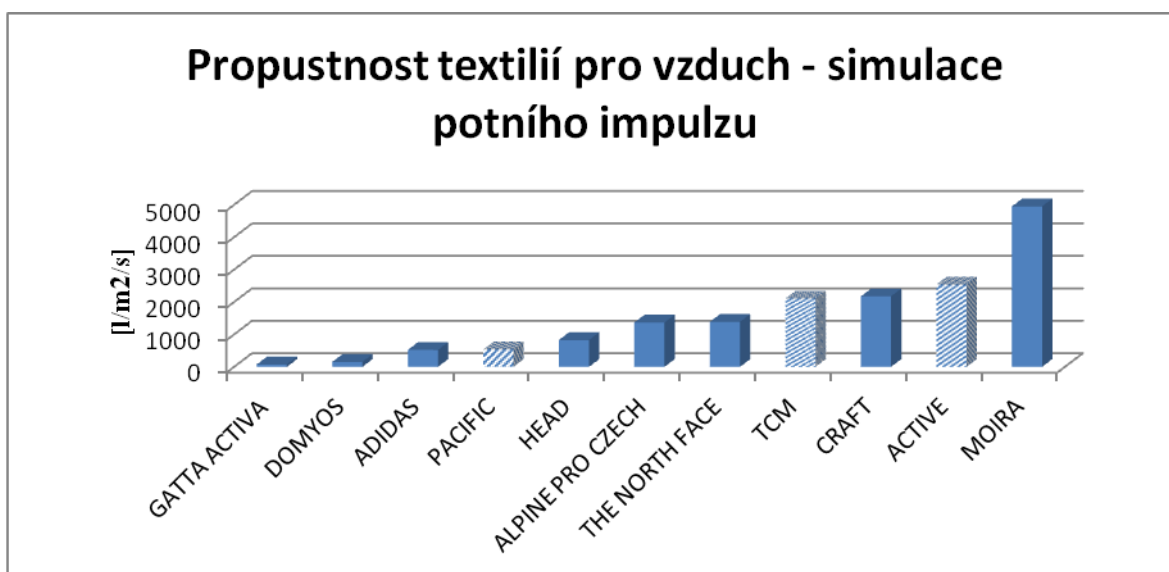


*Obr. č. 71 ALPINE PRO*





Obr. Č. 72 Propustnost textilií pro vzduch za vlhka



Obr. č. 73 Propustnost textilií pro vzduch - simulace potního impulsu

Výsledky následujících grafů nepatří k hlavním výsledkům, protože při průchodu vzduchu skrz vlhkou textilií dochází k částečnému vysušení zkoušené textilie. Jelikož toto měření probíhá na dresech, které nesmí být poškozeny, nelze vážením zjistit, kolik vlhkosti se vypařilo, resp. bylo strženo proudícím vzduchem. Nicméně oba diagramy jsou si tolik podobné, že zřejmě vliv vysoušení bude malý. Z diagramů je patrné, že úspěch firmy Moira je zřejmě dán vysokou porozitou dresů této firmy, která se zachová i za vlhka.